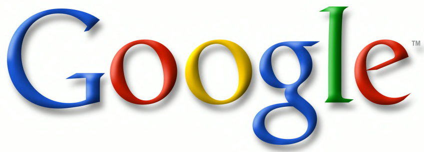
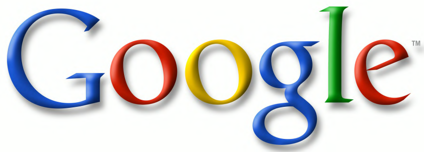
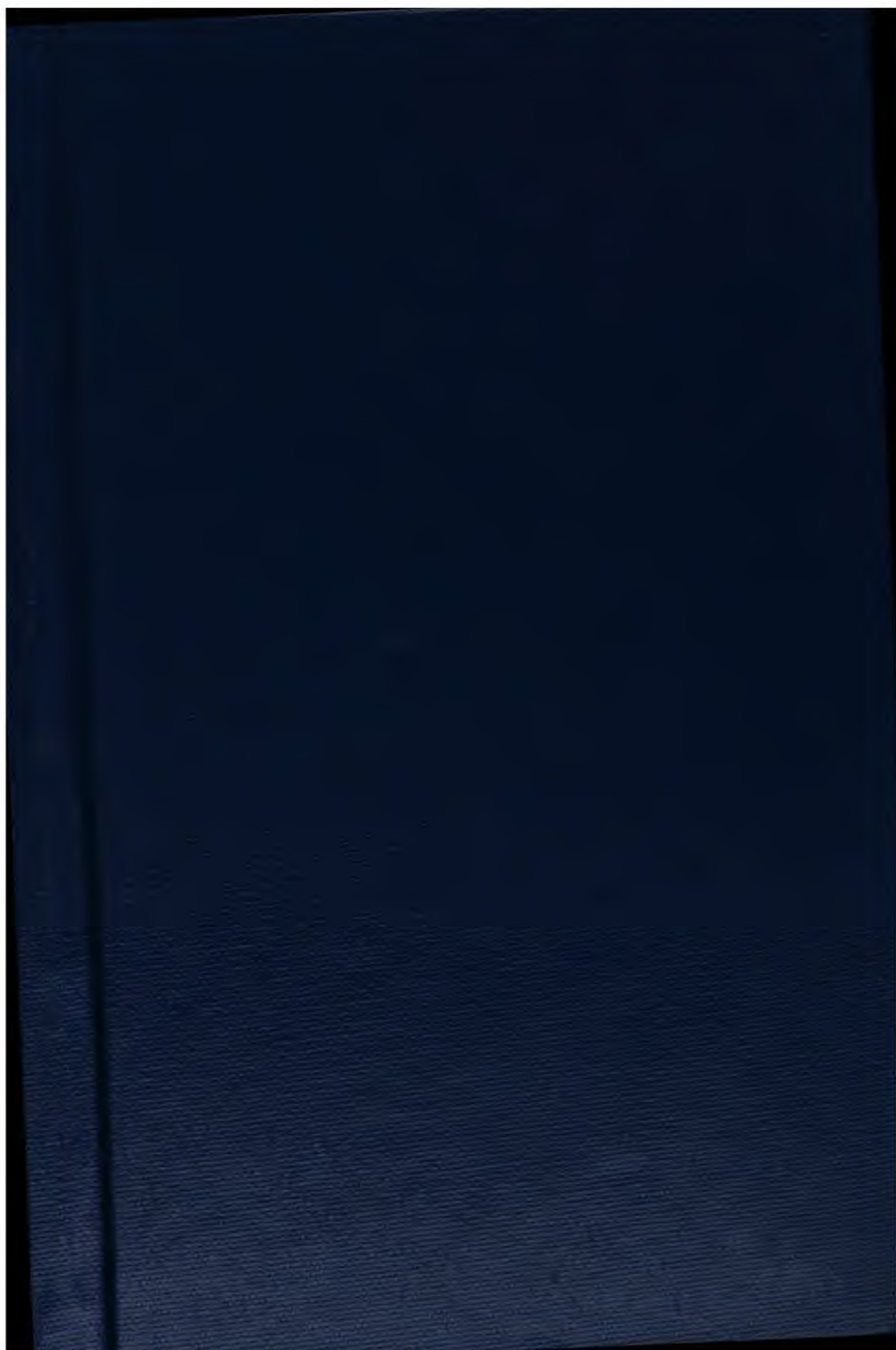
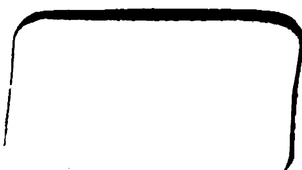












# LEITFADEN

ZUR

# BERGBAUKUNDE.

Nach den an der Königl. Berg-Akademie zu Berlin gehaltenen Vorlesungen

von

Bergrath **Heinrich Lottner.**

Nach dessen Tode und in dessen Auftrage bearbeitet und herausgegeben

von

Dr. **Albert Serlo**
Berghauptmann.

Zweite verbesserte und bis auf die neueste Zeit ergänzte Auflage.

**Erster Band.**

**Mit 278 in den Text gedruckten Holzschnitten und 8 lithographirten Tafeln.**

Berlin 1873.
Verlag von Julius Springer.

Druck von B. G. Teubner in Leipzig.

# Vorwort

zur zweiten Auflage.

Der **Ergänzungsband zum Leitfaden der Bergbaukunde** hatte den doppelten Zweck, den Besitzern des Hauptwerkes die neuen technischen Erscheinungen auf dem Gebiete des Bergbaues an die Hand zu geben, wie dem Publikum im Allgemeinen ein Bild von den Fortschritten des Bergbaues, eingerahmt in ein bestimmt geordnetes System, zu liefern. Der Plan lag nicht fern, dies in gewissen Zeitabschnitten, je nach der Fülle des angesammelten Materials, zu wiederholen. Dieser Plan muss für den Augenblick aufgegeben werden, denn es ist uns „das erfreuliche Missgeschick", wie ein geschätztes Fachblatt nicht unzutreffend bemerkt, begegnet, dass beim Erscheinen des Ergänzungsbandes das Hauptwerk in allen seinen Exemplaren völlig vergriffen war, so dass neue Liebhaber dasselbe entbehren müssen und in etwa fortgesetzten Supplementen keinen Ersatz finden. Der ertheilte Rath, das Hauptwerk zunächst unverändert von Neuem abzudrucken, ist nicht ausführbar, da an vielen Stellen Veränderungen und Verbesserungen unbedingt geboten erscheinen. Es blieb daher nichts übrig, als eine ganz neue Auflage — verbessert und vermehrt — zu bearbeiten, in welcher nicht nur der Inhalt des Ergänzungsbandes, sondern auch die seit dessen Abschluss (1. April 1871) bekannt gewordenen neuen Erscheinungen in der Entwickelung des Bergbaues und zwar bis zum 1. April 1872

Aufnahme gefunden haben. Es ist versucht worden, auch durch Vermehrung der bildlichen Darstellungen, deren Mangel früher mit Recht Klagen veranlasste, der Arbeit grösseren Werth zu verleihen und billigen Ansprüchen zu genügen, wenn auch darin möglich Maass gehalten werden musste, um das Buch nicht durch allzu hohen Preis vielen Interessenten unzugänglich zu machen. Es wäre sehr erfreulich, wenn dem Werke auch in seiner neuen Gestalt die bisherige Anerkennung bewahrt bliebe.

Breslau, December 1872.

**Dr. Albert Serlo.**

# Vorwort

zur ersten Auflage.

Dem Unterzeichneten ist es vergönnt gewesen, mit dem verstorbenen Lottner seit langen Jahren die freundschaftlichsten Beziehungen pflegen zu dürfen. Schon im Jahre 1845 begegneten wir einander bei dem gemeinsamen Besuch der Vorlesungen auf der Universität in Berlin, ohne uns damals besonders näher getreten zu sein, was erst geschah, als der Unterzeichnete seine amtliche Thätigkeit in Westfalen fand, wo namentlich in Bochum in den Jahren 1856 und 1857 ein enges Freundschaftsband durch Gemeinsamkeit der Anschauungen und des geistigen Strebens zwischen uns sich knüpfte. Im Jahre 1865 waren wir in Berlin wieder vereint, mir war es vorbehalten, den allzu früh dahingeschiedenen Freund zur letzten Ruhestätte zu geleiten.

Schon früher war von mir zu wiederholten Malen Gelegenheit genommen worden, Lottner zu veranlassen, dass er seine reichen Schätze von gesammelten Erfahrungen dem grösseren Publikum durch Veröffentlichung nutzbar mache; immer schien ihm die Zeit noch nicht dazu gekommen, er musste seiner Ansicht nach immer noch weiter sammeln, um dem Ganzen die grösste Vollständigkeit zu geben. So gingen aus den Notizen, welche er seinen Vorträgen über Bergbaukunde bei der Bergschule zu Bochum zu Grunde gelegt hatte, sehr bald neue, wenn auch nur skizzenhafte, Ausarbeitungen hervor, nach denen er die Bergbaukunde bei der Bergakademie vortrug, bis er dieselben in den Jahren 1861 bis 1863 von Neuem umarbeitete und vervollständigte und in der Vervollständigung fortfuhr, indem er fast täglich die durch die Litteratur, durch die auf eigenen Instruktionsreisen oder durch Andere gesammelten Notizen bekannt gewor-

denen neuen Erscheinungen in der bergmännischen Technik an den betreffenden Stellen einreihte; er setzte diese Thätigkeit fort, bis seine Kraft erlahmte, und er auf das Schmerzenslager sich bettete. Hier aber fühlte er sich in häufigen Gesprächen mit dem Unterzeichneten, den nahen Tod wohl ahnend, schmerzlich berührt, dass er den Schatz seines Wissens mit dahinnehmen müsse, und nichts dafür gethan habe, denselben der Oeffentlichkeit zu übergeben. „Ich war mir bis jetzt nicht klar“, sagte er, „ob ich eine systematische Bergbaukunde bearbeiten oder mich auf Monographien über einzelne wichtige Gegenstände beschränken soll; da ich aber selbst schwerlich zur Ausführung nach dem einen oder anderen Plane noch gelangen werde, so übernehmen Sie meine Materialien und verfahren Sie nach bestem Ermessen.“ Diese Aufgabe stellte er mir wiederholt, noch wenige Tage vor seinem — zuletzt doch unerwartet eingetretenen — Tode, und ich glaubte nicht vor der mir durch den sterbenden Mund des Freundes gestellten Aufgabe zurückschrecken zu dürfen, um so weniger, als die Familie des Verstorbenen dessen Kleinod bereitwillig und mit einem mich ehrenden Vertrauen in meine Hände legte.

Die übernommene Aufgabe war keine leichte. Was zunächst die Ausführung betrifft, so konnte ich nicht daran denken, aus dem vielen Material einzelne Monographien zu bearbeiten, da in denselben Lottner's kritischer Geist verloren gegangen sein würde, ich musste mich an das von Lottner in seinen Heften aufgestellte System eng anschliessen und dieses speciell ausbauen. Es bedurfte hierzu aber einer neuen, fast selbständigen Bearbeitung des reichen Stoffes, da an den meisten Stellen der Grundlage Lottners nur abgerissene Sätze, häufig nur einzelne Notizen und Worte sich fanden, welche mit einander verarbeitet werden mussten, nur selten konnte eine unmittelbare Benutzung des Vorhandenen stattfinden. Bei dem wunderbaren Gedächtniss Lottners war für ihn eine kurze Notiz, ein einziges Wort volltändig genügend, um das vor langer Zeit Gesehene oder Gelesene in seinem Geiste klar zu reproduciren und seinen Zuhörern zur Anschauung zu bringen; der Unterzeichnete musste in den, übrigens fast überall verzeichneten Quellen nachforschen. Hierdurch, so wie durch meine Versetzung von Berlin nach Breslau im Jahre 1866 ist die Herausgabe länger verzögert worden, als es in meinen Wünschen lag, und als es dem Andenken des verstorbenen Freundes gebührte!

Dem Werke ist der Charakter eines Leitfadens beigelegt worden; denn wenn auch nach dem Vorgange Lottners eine streng systematische Anordnung gegeben worden ist, so war doch die detaillirte

und eingehendste Schilderung aller bergmännischen Veranstaltungen nicht in vollstem Maasse durchzuführen, es bleibt Lehrern und Lernenden noch übrig, durch Studium der Quellen die weitere Ausmalung der einzelnen Stoffe für sich vorzunehmen. Um dies ausführen zu können, sind in den Anmerkungen die benutzten Quellen mit möglichster Ausführlichkeit angegeben, so wie am Schluss des Werkes die eingesehenen Abhandlungen und Zeitschriften aufgeführt.

Da für verschiedene Zweige seit Lottners Tode vielfache neue Erfahrungen gemacht worden sind, so mussten dieselben benutzt werden, so weit sie durch die Litteratur zugänglich waren; es sind davon besonders betroffen: die Abschnitte über Sprengmittel, über Maschinen zum Bohren und Schrämen beim Grubenbetrieb, über Wettermaschinen u. a. m.; es ist damit fortgefahren bis in die neueste Zeit, bis Mitte dieses Jahres dem Verleger das Manuscript übergeben werden musste.

Zur bildlichen Darstellung der beschriebenen Gegenstände wurden in den Text gedruckte Holzschnitte gewählt, weil dadurch dem Leser die Anschauung um Vieles leichter wird, als wenn besondere Tafeln erst aufgeschlagen werden müssen; leider musste die Zahl der Abbildungen auf das äusserste Maass beschränkt werden, um das Werk nicht allzusehr zu vertheuern und es recht allgemein zugänglich zu machen.

Die Ausstattung, welche der Herr Verleger dem Ganzen gegeben hat, entspricht dem vorliegenden Zwecke, ein Denkmal dem zu früh dahingegangenen Freunde zu setzen, in vollem Maasse.

Breslau im Oktober 1868.

**Albert Serlo.**

## Bergrath Heinrich Lottner.

Heinrich Lottner ist am 9. September 1828 in Berlin geboren. Seinen Vater, den im Justizministerium angestellt gewesenen Justizrath Lottner, verlor er nach kaum vollendetem siebenten Lebensjahre und wurde in Folge dieses Todesfalles, da die Mutter andauernder Kränklichkeit wegen die Erziehung der sechs unmündigen Kinder nicht übernehmen konnte, im Verein mit einer Zwillingsschwester von einem Oheim, dem früher zu Gräfrath, später in Düsseldorf lebenden Oberst Lottner aufgenommen und erzogen; das Gefühl kindlicher Dankbarkeit und Anhänglichkeit an den Oheim und dessen ganze Familie, welche ihm ein zweites Vaterhaus bereiteten, hat ihn stets erfüllt und beseelt. Er besuchte die Realschule zu Düsseldorf und verlies dieselbe, erst 14 Jahre alt, im Jahre 1842 nach vorzüglich bestandener Abiturientenprüfung mit dem Zeugniss der Reife, um sich der Ausbildung für das Bergfach zu widmen. Zu diesem Zweck begab er sich im September 1842 nach Bochum, um den bestehenden Bestimmungen gemäss auf den benachbarten Gruben sich der Beschäftigung mit den praktischen bergmännischen Handarbeiten hinzugeben, welcher er sich mit solcher Gewissenhaftigkeit und solchem Eifer unterzog, dass es ihm sehr bald gelang, ein sicheres Verständniss der bergbaulichen Verhältnisse der dortigen Gegend zu gewinnen. Seine Jugend, sein eifriges Streben, in die reiche Fülle des praktischen und theoretischen Stoffes, welchen das gewählte Fach darbot, frühzeitig einzudringen, seine nicht glänzende materielle Lage gaben ihm Veranlassung, damals sich allen Verkehrs nach Aussen zu enthalten, was zur Folge hatte, dass er schon früh in sich abgeschlossen erschien und den Fernstehenden eine abstossende Aussenseite darbieten konnte: seine Freunde wussten, ein wie tief innerliches Gemüth in ihm wohnte. Jedenfalls aber hat diese Abgeschlossenheit in den ersten Ausbildungsjahren dazu bei-

getragen, seine reiche Begabung und seine geistigen Kräfte zu concentriren, so dass er bei seinem unermüdlichen Fleisse und seiner Verstandesschärfe, welche mit einem ihn nie verlassenden Gedächtniss verbunden war, einen seltenen Schatz von Kenntnissen und Fertigkeiten sammeln konnte. Derselbe erstreckte sich auf die gesammten Gebiete der technischen, mathematischen, naturwissenschaftlichen, juristischen, kameralistischen Gegenstände, in welche nach den bestehenden Bestimmungen die Bergwerksbeflissenen eingeweiht sein mussten, überall gleichmässig und mit gleicher Gründlichkeit, wobei er noch Zeit gewann, sich der lebenden Sprachen, namentlich der französichen und englischen, vollkommen mächtig zu machen und zu erhalten, während er andrerseits, angeregt durch den Verkehr im Hause des Oheims und mit dessen Schwiegersohn, dem nun auch verstorbenen, wackeren Maler Leutze, sich einen offenen Sinn für ästhetische Studien und Genüsse bewahrte.

Nachdem Lottner bei dem damaligen Königlichen Bergamte zu Bochum im September 1845 das bergmännische Tentamen bestanden hatte, begab er sich zu einem zweijährigen Studium auf der Universität nach Berlin, wo er wieder einkehrte in das Haus der Mutter und bei derselben sich mit den Geschwistern eines stillen, aber freundlichen Familienlebens erfreute. Mit der grössten Gewissenhaftigkeit und dem anerkennenswerthesten Eifer besuchte er von Michaelis 1845 bis dahin 1847 die Vorlesungen und erweiterte und befestigte seine wissenschaftlichen Kenntnisse. Nach vollendeter Universitätszeit kehrte er nach Westfalen zurück, beschäftigte sich drei Jahre hindurch auf den Berg- und Hüttenwerken des Bezirks zur Erweiterung seiner technischen Anschauungen und wurde demnächst zeitweise zur Aushilfe bei Königlichen Revierbeamten beschäftigt. Diese Thätigkeit musste im Jahre 1850 unterbrochen werden, wo er nach Berlin zurückging, um noch ein Jahr lang den wissenschaftlichen Studien obzuliegen und demnächst der einjährigen Militärpflicht zu genügen, während welcher Zeit er jede freie Stunde benutzte, um Vorlesungen auf der Universität und Bauakademie zu hören. Im Jahre 1853 legte er bei dem Königlichen Oberbergamte zu Dortmund die Referendariatsprüfung mit sehr gutem Erfolge ab und wurde zum Oberbergamtsreferendar ernannt, als solcher sofort zur selbständigen Vertretung mehrer Königlicher Revierbeamten verwendet, wobei er sich neben dem schon erlangten Ruf ausgezeichneten theoretischen Wissens auch die Anerkennung über seine praktische Befähigung in vollem Maasse erwarb.

Demnächst sollte ihm der schon längst gehegte Wunsch, seine reichen Kenntnisse zum Nutzen des westfälischen Bergbaubetriebs auf Andere durch Unterricht übertragen zu können, in Erfüllung gehen. Nachdem ihm durch die Munificenz des Königlichen Oberbergamts zu Dortmund Gelegenheit geboten worden war, auf einer Instruktionsreise durch die belgischen Bergreviere seine Anschauung praktischer Verhältnisse zu erweitern und technische Erfahrungen zu sammeln, trat er am 1. Oktober 1854 bei der neugebildeten Bergschule zu Bochum als erster Lehrer und Leiter der Anstalt ein, welche durch seine rastlose Thätigkeit sehr bald nach ihrer Gründung sich eines lebhaften Besuchs zu erfreuen hatte. Der Umfang seiner Kenntnisse ist durch die grosse Reihe der Lehrgegenstände bekundet, denn er unterrichtete in der Bergbaukunde, Maschinenlehre, Mechanik, Mineralogie, Geognosie, Physik, Chemie; den günstigen Erfolg seines Unterrichts bezeugen die zahlreichen Schüler, welche als Betriebsführer und Steiger auf einer grossen Reihe westfälischer Gruben das in der Bergschule von Lottner Empfangene zum Nutzen der Gewerkschaften fruchtbringend zu verwerthen noch heute in der Lage sind.

Neben der Leitung der Schule, in welcher er seine strenge Disciplin walten liess, und neben dem umfassenden Unterricht, welcher ihm eine dauernde Fortbildung in der Technik und den Hilfswissenschaften zur Pflicht machte, gewann er dennoch Zeit zu vielfacher amtlicher Thätigkeit; er vertrat mehre Male mit anerkanntem praktischen Geschick erkrankte oder abwesende Mitglieder beim Bergamte zu Bochum, bei welchem er ausserdem beständig die Angelegenheiten der Bergschule, der Markscheiderwesens und des Karten- und Risswesens bearbeitete. Die Instruktion für die concessionirten Markscheider im Distrikt des Königlichen Oberbergamts zu Dortmund vom 1. März 1858 enstammt der Feder Lottner's. In Beziehung auf das Kartenwesen ist besonders hervorzuheben, dass er wesentliche Hilfe bei Herausgabe der bei Jul. Bädeker in Iserlohn erschienenen Flötzkarte des westfälischen Steinkohlengebirges geleistet und dazu eine treffliche, noch heute für die Beurtheilung westfälischer Verhältnisse zur Grundlage dienende, allbekannte Monographie geschrieben hat, welche unter dem Titel: „über die geognostischen Verhältnisse des westfälischen Steinkohlengebirges“ im Jahre 1858 bei Jul. Bädeker in Iserlohn herausgekommen ist*), nachdem er zuvor in der im Jahre 1858 in der zu Dortmund abgehaltenen Generalversammlung

*) Diese Arbeit ist in demselben Verlage neuerdings in zweiter Auflage erschienen.

des naturhistorischen Vereins für die preussischen Rheinlande und Westfalen, dessen Mitglied er seit 1855 war, über denselben Gegenstand einen lichtvollen Vortrag gehalten hatte, welcher in den Verhandlungen des Vereins Aufnahme fand. Eine Erholung von seiner mühsamen Thätigkeit gewährte es ihm in Bochum vor einem Publikum von Herren und Damen populäre Vorträge „über die Entstehung der Steinkohle“ und „über Erdbeben und Vulkane“ halten zu können, welche er durch den Druck veröffentlichte. In diese Zeit fällt auch eine andere schriftstellerische Arbeit: „Bergbau- und Hüttenkunde“, als Theil des bei G. D. Bädeker in Essen 1859 in 3 Bänden erschienenen Werkes: „Die gesammten Naturwissenschaften“, ein der Stelle angemessener, nur kurzer, populärer Abriss dieses wichtigen Gebietes der Technik, welcher auch als besondere Schrift ausgegeben ist. Sonstige litterarische Arbeiten finden sich nur noch in der Zeitschrift für Berg-, Hütten- und Salinenwesen in Preussen und zwar Band 1.: „die Fahrkunst auf der Steinkohlengrube Gewalt“, Band 8: „über die Anwendung kromprimirter Luft bei Senkarbeiten in schwimmendem Gebirge“, Band 7.: „über die Grundsätze, welche bei dem Abbau der Steinkohlenflötze in Westfalen zu befolgen sind, bei kritischer Würdigung der Abbaumethoden in Belgien, Frankreich und England“; jeder dieser Aufsätze, aber namentlich die letztere Arbeit zeugt von der Schärfe der Auffassung, von der Klarheit der Darstellung, von dem Vermögen, welches Lottner in hohem Maasse innewohnte, wichtige Principien der Technik zusammenzufassen und zur Anschauung zu bringen. Leider ist es dem Verstorbenen nicht mehr vergönnt gewesen, grössere litterarische Arbeiten zu fördern, besonders die Aufgabe seines Lebens, die Herausgabe einer Bergbaukunde zu Ende zu führen.

Lottner's Thätigkeit bei der Bergschule in Bochum ging im Jahre 1859 zu Ende. Sobald er in diesem Jahre die Prüfung als Bergassessor mit Auszeichnung bestanden hatte, wurde ihm der Auftrag ertheilt, für die in Berlin studirenden jungen Bergmänner Vorlesungen über Bergbaukunde zu halten, woran sich die weitere Aufgabe knüpfte, Vorschläge für Errichtung einer Bergakademie in Berlin abzugeben. Jetzt war Lottner mitten in der fruchtbringendsten Thätigkeit, er fühlte, dass die Bergakademie sein eigentliches Feld sei, und er setzte alle seine Kräfte an die Verwirklichung dieser Idee. Sie wurde ihm verwirklicht: er selbst als kommissarischer Direktor, unter Verleihung des Charakters als Bergrath, bestellt und allmälig, still, aber rastlos, ohne viel Geräusch nach Aussen, aber mit grosser Sicherheit organisirte er das neue Institut, welches sich

sehr bald in seinen Einrichtungen und in seinen Erfolgen mit älteren gleichartigen Anstalten in jeder Beziehung messen konnte und in seinem Rufe auf der durch Lottner gegebenen Grundlage stetig und dauernd fortschreitet. Lottner fühlte sich in seinem abgeschlossenen Wirkungskreise überaus glücklich, welchem er durch tiefes Nachdenken, durch Eifer und Fleiss einen reichen Inhalt zu verschaffen wusste.

Neben seiner Thätigkeit als Direktor der Bergakademie und Lehrer der Bergbaukunde an derselben war er als Hilfsarbeiter in der Ministerialabtheilung für Berg-, Hütten- und Salinenwesen beschäftigt, wobei er durch Umsicht und eingehende Kenntniss der einschlägigen Verhältnisse Vortreffliches leistete und sich die Achtung seiner Vorgesetzten in hohem Maasse erwarb. Es waren hier vorzugsweise die Angelegenheiten, welche sich auf die Ausbildung der jungen Bergleute sowohl für den höheren Verwaltungsdienst, wie in den Bergschulen, beziehen, ferner das Markscheiderwesen und die geognostische Landesuntersuchung des preussischen Staates, denen er seine Thätigkeit in erspriesslichster Weise widmete. In letzterer Beziehung ist hervorzuheben, dass die ihm durch diese Beschäftigung angebahnte geistige Verbindung mit den bedeutenden Geognosten Berlins zur grössten Befriedigung gereichte, und dass seine Theilnahme an der deutschen geologischen Gesellschaft, welche hauptsächlich durch Lottners Vermittelung ihren Sitz im Gebäude der Bergakademie aufschlagen durfte, und deren Archivar er in den letzten Jahren war, ihm stets die schönste Erholung und reinste Freude gewährte.

Doch mitten aus seinem Schaffen und Wirken, welches noch reiche Früchte erhoffen liess, sollte er abgerufen werden. Im Sommer des Jahre 1865 stellte sich ein Unterleibsleiden ein, von welchem er zwar wieder genas, welches aber eine merkliche Schwäche in seinem Körper zurückliess, so dass er im September von Neuem bettlägerig wurde und das Schmerzenslager nicht wieder verlassen konnte, bis er am 16. März 1866 ruhig und ergeben, beklagt von der trostlosen Mutter und den liebenden Geschwistern, betrauert von den Freunden und Verehrern, Vorgesetzten und Schülern im noch nicht vollendeten 38. Lebensjahre seinen Geist aufgab. Möge sein Andenken fortleben in den weiten Kreisen, welche den Verstorbenen kannten! mögen die nachfolgenden Blätter dazu beitragen, dieses Andenken zu wahren und in Kraft zu erhalten!

---

# Inhalt des ersten Bandes.

# Einleitung.

Man hat unterschieden und definirt:

1. **Bergbau im engeren Sinne** ist das Geschäft der Gewinnung nützlicher Mineralien aus der Masse der Erde,
2. **Bergbau im weitesten Sinne** ist der Inbegriff aller technischen Einrichtungen zur Ausübung des Berg- und Hüttenwesens nebst allen Veranstaltungen, die zur Erreichung des Zweckes erforderlich sind.

Die Lehre von dem Bergbau im engeren Sinne hat man **Bergbaukunst**, vom Bergbau im weitesten Sinne **Bergbaukunde** genannt. Dergleichen Unterscheidungen sind überflüssig und sinnverwirrend. Hier soll unter **Bergbaukunde** verstanden werden: die Beschreibung aller Veranstaltungen und Vorkehrungen zur Aufsuchung, Gewinnung und Förderung der nutzbaren Mineralkörper, sowie die Erläuterung und kritische Sichtung der dabei zu befolgenden, auf Wissenschaft und Erfahrung sich stützenden Regeln und Grundsätze.

Ausser den sonstigen Localverhältnissen ist für die Ausführung des Bergbaues insbesondere bestimmend die Art, wie das zu gewinnende nutzbare Fossil in der Natur vorkommt, d. h. seine Lagerung in Bezug auf die Masse der Erde und in Bezug auf die räumliche Erscheinung, wodurch jeder Bergbau gewissermassen eine örtliche Physiognomie annimmt. Demnach muss die Bergbaukunde mit einem Ueberblick der verschiedenen Arten des Vorkommens der nutzbaren Mineralien, d. h. mit der Lehre von den besonderen Lagerstätten und deren Störungen beginnen und kann dann erst zur Beschreibung der verschiedenen Veranstaltungen vorgehen. Die reiche Fülle des Stoffs lässt sich der bequemeren Betrachtung wegen nach folgenden Abschnitten behandeln:

Erster Abschnitt. Vorkommen der nutzbaren Mineralien.

Zweiter Abschnitt. Aufsuchung der Lagerstätten.

Dritter Abschnitt. Hauerarbeiten und Gezähe.

Vierter Abschnitt. Ausrichtung, Vorrichtung und Abbau.
Fünfter Abschnitt. Grubenausbau.
Sechster Abschnitt. Förderung.
Siebenter Abschnitt. Fahrung.
Achter Abschnitt. Wetterführung.
Neunter Abschnitt. Wasserhaltung.

---

Bei den Vorlesungen ist noch ein zehnter Abschnitt: die mechanische Aufbereitung der gewonnenen Mineralien, angereiht worden, indem die Arbeiten, welche für den direkten Gebrauch der Mineralien oder für die Zwecke des Hüttenmannes nothwendig werden, so weit sie auf den Bergwerken selbst vorgenommen werden, zur Bergbaukunde gerechnet wurden. Wir ziehen es vor, die Lehre von der Aufbereitung hier auszuschliessen, weil sie eine weitläufigere Behandlung verdient, als ihr hier zu Theil werden könnte.

# Erster Abschnitt.

## Das Vorkommen der nutzbaren Mineralien.[1])

Die nutzbaren Fossilien im Gegensatz zu den Gesteinen treten in der allgemeinen Architektur der Erdrinde stets in räumlich geringer Verbreitung auf, ihr Vorkommen ist den Gesteinen (Gebirgsformationen) untergeordnet, sie bilden innerhalb jener besondere Lagerstätten. Lagerstätte bezeichnet daher das Vorkommen der nutzbaren Mineralien. Die Art des Vorkommens, das räumliche Verhalten der Lagerstätten, das Einbrechen der Fossilien auf ihnen sind sehr verschieden, diese Verschiedenheiten aber überaus wichtig für den praktischen Bergbau. Dabei sind zunächst zu unterscheiden Lagerstättenformen, welche dem Gestein eingelagert oder von diesem umgeben sind, von solchen, welche Auflagerungen auf dem Gestein bilden; ferner sind die Lagerstätten nach ihrem räumlichen Auftreten mit Zuhilfenahme genetischer Merkmale zu sondern. Hiernach gruppiren sich, obwohl die Gränzen nicht überall scharf geschieden sind:

A. Eingelagerte Lagerstätten.
- I. Plattenförmige Lagerstätten.
  - a. Gänge,
  - b. Lager und Flötze.
- II. Massige Lagerstätten.
  - a. Stöcke,
  - b. Stockwerke.
- III. Andere unregelmässige Lagerstätten.
  - a. Nester,
  - b. Putzen,
  - c. Nieren.

B. Aufgelagerte Lagerstätten.
- IV. Trümmerlagerstätten (Seifen).
- V. Oberflächliche Lagerstätten.

---

[1]) Gaetzschmann: Die Auf- und Untersuchung von Lagerstätten nutzbarer Mineralien. Freiberg 1856. Zweite Auflage. Leipzig 1866. — J. Grimm: Die Lagerstätten der nutzbaren Mineralien. Prag 1869.

## A. Eingelagerte Lagerstätten.

### I. Plattenförmige Lagerstätten.

Die Benennung „plattenförmige Lagerstätten" ist dadurch bezeichnend, dass zwei Erstreckungen vorherrschen, die dritte und zwar die Dicke oder Mächtigkeit tritt vor den beiden anderen zurück, so dass man hier von Ebenen der Lagerstätten sprechen kann. Auch dem Begriff der Plattenform entspricht ferner, dass die Substanz einer solchen Lagerstätte an zwei Seiten von Flächen begränzt wird, welche im Grossen und Ganzen — wenn auch nicht mathematisch — zu einander parallel sich ausdehnen und die Begränzungen gegen das Gestein bilden, welchem die Lagerstätte untergeordnet ist. Diese beiden Flächen sind räumlich gleichwerthig bei vertikal aufgerichteter d. i. seigerer Stellung; in jeder anderen Lage unterscheidet sich die obere von der unteren Begränzung, jene heisst dann das Hangende oder (bei Flötzen) das Dach, diese das Liegende oder die Sohle, welche Ausdrücke aber auf das zunächst darüber, beziehungsweise darunter lagernde Gestein bezogen werden.

Von den drei Dimensionen der Lagerstätten fällt die eine, die Mächtigkeit, ganz in die Substanz und ist in Bezug auf ihre Richtung im Raume durch die Lage der seitlichen Begränzungen, des Hangenden und Liegenden, bestimmt. Die beiden anderen Dimensionen liegen innerhalb der Begränzungsflächen, sie werden in Beziehung auf einander indifferent, wenn sich die plattenförmige Lagerstätte horizontal ausdehnt, d. h. die Mächtigkeit in vertikaler Richtung zu messen ist, dagegen unterscheiden sich in jedem anderen Falle Länge oder Erstreckung in söhliger Richtung und Erstreckung in die Tiefe, beziehungsweise in die Höhe.

Die Längenrichtung im Raume heisst im Allgemeinen das Streichen; diese Richtung wird durch die söhlige Streichlinie, ihre Lage im Raume durch den Winkel (Streichwinkel), welchen die Streichlinie mit einer constanten Linie oder Ebene, mit der Ebene des magnetischen Meridians oder der magnetischen Mittagslinie macht, bestimmt, wobei die Abweichung des magnetischen Meridians (Declination) zur Festsetzung des wahren Streichens zu berücksichtigen ist.[2])

Die Richtung der dritten Dimension bestimmt sich bei nicht söhligen plattenförmigen Lagerstätten durch die Falllinie, welche rechtwinkelig

---

[2]) Die Bestimmung des Streichens erfolgt durch den Compass, welcher, im Gegensatz zu der in Graden eingetheilten Boussole, in zwei Mal 12 Stunden (in Oesterreich in 24 Stunden) getheilt ist; eine Stunde ist gleich 15 Graden; die Stunde wird weiter eingetheilt in Achtel oder Sechszehntel. Sollen die Seiten der Streichrichtung angegeben werden, so muss noch die Weltgegend bezeichnet werden. Wie beim Abnehmen des Streichens mit dem Compass verfahren wird, ist in der Lehre von der Markscheidekunst weiter zu verfolgen.

zur Streichlinie innerhalb der Ebene der Lagerstätte gezogen wird, also in der Richtung, falls keine seigere Stellung der Lagerstätte vorhanden, um 6 Stunden von der Streichlinie abweicht. Zunächst kommt der Grad der Neigung der Falllinie in Betracht, d. h. der *Fallwinkel* der Lagerstätte, schlechthin auch das *Fallen* genannt, ferner bei einem Fallen unter 90 Grad auch die *Weltgegend*, da bei unverändertem Streichen diese Richtung nach der einen oder andern, unter einander um 12 Stunden verschiedenen Seite gekehrt sein kann.[3])

Die bildliche Darstellung der Lagerstätten (wie der Grubenbaue) erfolgt im Allgemeinen durch Projectionen auf drei zu einander rechtwinkelige Ebenen, worüber das Detail in der Markscheidekunst zu lehren ist. Man unterscheidet: 1. *Grundriss*, d. i. ein söhliger Durchschnitt oder die söhlige Projection, welche das Streichen zeigt, während die Fallrichtung durch einen Pfeil (↓) mit beigeschriebener Gradzahl, ebenso die Mächtigkeit durch hinzugefügte Zahlen angedeutet wird. 2. *Seigerriss*, die seigere Projektion, welcher meistens nur bei Grubenbauen angewendet wird, wenig bei Lagerstätten. 3. *Profile*, Seigerdurchschnitte, dem vorigen nahe stehend; man stellt Quer- und Längenprofile dar, von denen die ersteren Fallwinkel und Mächtigkeit zeigen. Die Profillinien, in welchen die Durchschnitte gedacht sind, werden im Grundriss angegeben, wie andererseits in den Profilen und Seigerrisseu das Niveau der Grundrissebene. 4. *Flache Risse* werden nur bei Grubenbauen angewendet und stellen dieselben in der Projektion auf die Ebene der Falllinie der Lagerstätte dar.

Nach diesen allgemeinen Betrachtungen folgen nunmehr die einzelnen Formen der plattenförmigen Lagerstätten.

### a. Gänge.

Der Unterschied zwischen Gängen und Lagern (Flötzen) ist genetischer Natur; letztere sind dem geschieferten und geschichteten Gebirge *parallel* eingelagert, repräsentiren in einzelnen Fällen nichts anderes als durch ihre Substanz ausgezeichnete Schichten oder Glieder der Formation, sind in anderen Fällen dem Gebirgsgliede auch wohl nur im Ganzen parallel, tragen aber immer die Kennzeichen gleichzeitiger Bildung (im geognostischen Sinne) mit dem umgebenden Gestein.

Im Gegensatz hierzu erscheinen die Gänge als *ausgefüllte Spalten*, stehen also in räumlicher Hinsicht mit der Entstehung des Gebirges, in dem sie vorkommen (aufsetzen), zunächst in keinem causalen Zusammenhange und sind *jünger* als dieses, welches bei der Bildung der Spalten vorhanden sein musste. Diese Verhältnisse der Spaltenbildungen zeigen sich besonders deutlich innerhalb geschichteter Formationen. Als

---

[3]) Die Ermittelung des Fallwinkels erfolgt durch den Gradbogen.

Ausnahmen von dem allgemein geschilderten Auftreten der Gänge erscheinen die Lagergänge, welche zum Theil dem umgebenden Gebirge parallel liegen, und die Contactlager, von Anderen Contactgänge genannt, an der Gränze zweier Gebirgsglieder. Man findet aber auch hier, wie bei allen anderen Gangformen, die Spalte und die später in dieselbe eingetretene Ausfüllungsmasse.

Je nach der ausfüllenden Substanz hat man zu unterscheiden: 1. Gesteingänge, wie Granit-, Porphyr-, Basalt-Gänge, welche an dieser Stelle nur wegen der durch sie verursachten Störungen in den Lagerstätten von Interesse sind. 2. Mineralgänge, welche übergehen in 3. Erzgänge. Die letzteren allein fallen in das Gebiet der vorliegenden Betrachtung, da es einerseits hier nur auf die Lagerstätten nutzbarer Mineralien ankommt, andererseits andere Mineralien, als Erze, wie Steinkohlen,[4]) Braunkohlen, Salz, noch nie in Gängen gefunden sind.

Zur richtigen Beurtheilung sind hier einige eigenthümliche Bezeichnungen des bergmännischen Sprachgebrauchs aufzuführen:

Adel oder Edelkeit wird von Gängen mit grossem Erzgehalt gebraucht; dem entsprechend ist ein Gang reichhaltig, wenn er edele Erze (Geschicke) in grösserer Quantität, arm, wenn er grobe Geschicke führt. Höfflich wird von einem Gange, auch vom Gebirge gesagt, wenn darin reichhaltige Erze, beziehungsweise Gänge aufsetzen; ist dies nicht der Fall, so heisst der Gang rauh; taub ist der Gang, wenn er leer von Erzen ist. — Statt der Benennung „Gänge" bezeichnet man dasselbe Vorkommen mit „Kluft", z. B. in Siebenbürgen, worunter eigentlich eine unausgefüllte Spalte zu verstehen ist, auch mit „Blatt", z. B. in Salzburg, Tyrol, überhaupt in Oesterreich. — Adern sind sehr schmale Gänge; Rücken, gangartige Ausfüllungen, in Riechelsdorf und im Mansfeldischen. —

Bei der Erörterung über die Natur der Gänge hat man zu betrachten:

1. Das räumliche Verhalten der Gangspalten,
2. die Ausfüllungsmasse,
3. das Verhalten zum Nebengestein,
4. das Verhalten der Gänge zu einander.

### 1. Das räumliche Verhalten der Gangspalten.

Gänge sind an kein bestimmtes Streichen gebunden, sie sind darin unabhängig von dem umgebenden Gestein, übrigens aber in einer und derselben Gegend und innerhalb derselben Gangformationen im Grossen und Ganzen häufig von einerlei Streichen.

---

[4]) Das Ansprechen eines Steinkohlenvorkommens in der Gegend von Lübbecke in Westfalen als Gang hat wohl auf Täuschung beruht.

Im Königreich Sachsen unterscheidet man:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| stehende Gänge | in hor. | 12 | bis | 3 | streichend, |
| Morgengänge | „ hor. | 3 | „ | 6 | „ |
| Spatgänge | „ hor. | 6 | „ | 9 | „ |
| flache Gänge | „ hor. | 9 | „ | 12 | „ |

ähnlich ist es in Cornwall, wo man 12, 6, 3, und 9. o'clock veins mit dem bezüglichen Streichen von N. nach S., O. nach W., NO. nach SW. und SO. nach NW. unterscheidet. In anderen Gegenden hat man Mitternacht-, Morgen-, Abend- und Mittaggänge, in noch anderen Mitternacht- und Morgengänge, oder auch nur stehende und Spatgänge. — Die Stunden 3, 6, 9, 12 nennt man in Rücksicht auf die Bezeichnung der Gänge Wechselstunden und spricht von tiefstreichend, wenn das Streichen des Ganges im Anfang, von hochstreichend, wenn es gegen das Ende der Abtheilung zwischen zwei Wechselstunden liegt.

Der Fallwinkel der Gänge ist meist stark, nicht häufig unter 45 bis 50 Grad, selten 25 bis 15 Grad; die schwachfallenden Gänge erachtete man früher als Flötze.

Man bezeichnet Gänge

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| mit einem Fallen von | 0 | bis | 15 | Grad | als | schwebend, |
| „ „ „ | „ 15 | „ | 45 | „ | „ | flachfallend, |
| „ „ „ | „ 45 | „ | 75 | „ | „ | tonnlägig, |
| „ „ „ | „ 75 | „ | 90 | „ | „ | seiger, |

am besten wäre es stehend, über 45 Grad fallend, und flach, unter 45 Grad fallend, zu unterscheiden.

In Bezug auf die Fallrichtung spricht man von rechtsinnig und widersinnig, welche Ausdrücke indess sehr verschieden gebraucht werden; sie haben den meisten Sinn, wenn sie auf geschichtetes Nebengestein bezogen werden und dann auch zunächst nur bei solchen Gängen, welche das ursprüngliche Streichen beibehalten. Bei Gängen von gleichem Streichen ist die Unterscheidung der Ausdrücke von selbst klar; bei verschiedenem Streichen sind ein Gang und eine Schicht oder zwei Gänge rechtsinnig, wenn ihre Falllinien, errichtet auf den Streichlinien, innerhalb desselben Quadranten, nach ein und derselben Seite sich in die Tiefe erstrecken, widersinnig dagegen, wenn sie nach verschiedenen Seiten gerichtet sind. Bildet z. B. in Fig. 1. AB die Ausgangsrichtung und bildet man hierzu den Quadranten durch die Linie GH, so sind die Gänge AB und CD, EF und GH rechtsinnig, CD und EF, CD und GH, EF und AB widersinnig, AB und GH indifferent. Indess werden diese Ausdrücke nach den verschiedenen Localitäten sehr verschieden gebraucht. In Freiberg waren sie ursprünglich nur für stehende und flache Gänge giltig; das Fallen gegen W. hiess rechtsinnig, gegen O. widersinnig; später sah man auch Morgengänge nach NW. fallend und Spatgänge nach SW. fallend als rechtsinnige an, so dass die theilweise Richtung nach W. in Betracht gezogen wird. In Schemnitz bezeichnet man gerade umgekehrt alle nach

O. fallenden Gänge rechtfallend, in Joachimsthal werden diejenigen Gänge rechte genannt, welche parallel mit dem Gebirgsabhange fallen. Auf dem Oberharze ist das gewöhnliche Fallen der von NW. nach SO. streichenden Bleierzgangzüge nach SW., das entgegengesetzte bezeichnet man als verkehrtes Fallen.

Fig. 1.



Die Streich- und Falllinien verlaufen zwar im Allgemeinen ziemlich gerade, erleiden aber im Einzelnen vielfache Krümmungen; daher fasst man die mittlere Richtung zusammen und nennt dieselben Hauptstreichen und Hauptfallen, die Abweichungen davon Specialstreichen und Specialfallen. Für grössere Veränderungen hat man besondere Ausdrücke:

Ein Gang kommt aus seiner Stunde, seinem Fallen, d. h. er verändert sein Streichen, sein Fallen; der Gang schlägt einen Haken, d. h. er verändert seine Richtung fast um einen rechten Winkel; von einem Gange, der ein stärkeres Fallen annimmt, sagt man: „er stürzt sich", bei schwächerem Fallen: „er verflacht sich" oder „er hebt sich". Beispiele solcher Wendungen bieten die Gänge in der Gegend von Dillenburg, auch von Andreasberg im Harz.[5]) Bei Veränderungen des Fallens ist oft der Einfluss des Gesteins auf die Spaltenbildung bemerkbar, wie bei dem Hollerter Zug im Sayn'schen, bei dem Gangzuge von Holzappel an der Lahn; die Bleiglanzgänge in Cumberland werden oft auf mehrere Meter fast söhlig. Uebrigens kehren die Gänge nach derartigen Ablenkungen häufig wieder in die alte Richtung zurück.

Sehr selten ist die Erscheinung, dass sich Gänge etwas aufbiegen und dann wieder in die Tiefe fallen, wie bei dem Angsbacher Gange im Neuwied'schen und dem Hollerter Zuge im Sayn'schen; ebenso findet man es selten, dass der Gang in der Tiefe eine ganz entgegengesetzte Fallrichtung annimmt, wie der Samsoner und der Neufänger Gang bei Andreasberg, oder dass er an seinen beiden Enden ein verschiedenes Fallen hat, wie der Abendstern Morgengang auf Neuer Morgenstern bei Freiberg,

---

[5]) Kühn, Handbuch der Geognosie. Freiberg 1836. Bd. II. S. 302.

oder der Hohensüsser Kobaltrücken bei Riechelsdorf in Hessen,[6]) oder der Teufelsgrunder Gang im Münsterthale bei Freiburg im Breisgau.[7])

Den Gängen eigenthümlich ist das Zerspalten in mehrere Zweige, welche von einem Hauptstamme ausgehen oder auch in mehr gleichförmiger Richtung neben einander hinlaufen, sich abwechselnd wieder vereinigen und abermals trennen. Solche Zweige heissen Trümmer, und man unterscheidet Haupttrum, Nebentrum, Seitentrum, hangendes, liegendes Trum; Ausläufer oder Abkommende sind solche Trümmer, die im Nebengestein aufhören und verlaufen, Schnüre sind die kleinsten Trümmer und Ausläufer. Eine eigenthümliche Art von Trümmern sind solche, welche von einem Gange abgehen und zu einem anderen, benachbarten hinübersetzen, wie sie am Harz zu beobachten sind; solche Trümmer heissen Quertrümmer.[8]) Mit den Trümmern nicht zu verwechseln sind die Gefährten, weniger mächtige Gänge, welche einen Hauptgang mit ähnlichem Verhalten zu beiden Seiten begleiten. Anschauliche Abbildungen dieser Verhältnisse finden sich in von Weissenbach: „Abbildungen merkwürdiger Gangverhältnisse aus dem sächsischen Erzgebirge". — Trümmer, Ausläufer u. s. w. kommen besonders bei mächtigeren Gängen vor, stehen aber nicht nothwendig mit der Mächtigkeit in Zusammenhang; viele Trümmer sind beobachtet bei den Gängen in Cornwall, bei den Quecksilbergängen der Pfalz, bei den siebenbürgischen Gängen, bei dem Gange der Kupfererzgrube Kapunda in Australien u. a. m. — Nur in seltenen Fällen setzen Trümmer unter Winkeln von 50, 60 und mehr Graden von dem Haupttrume ab, Ausnahmen zeigen sich z. B. bei den Gängen in der Gegend von Dillenburg.[9])

Die Ausdehnung der Gänge nach Streichen und Fallen ist sehr verschieden; manche Gänge sind auf mehrere 1000 Meter im Streichen, mehrere 100 Meter im Fallen bekannt und verfolgt, andere setzen kurz ab. Fälle von wirklichem Aufhören der Gänge, namentlich nach der Tiefe, sind indess wenig constatirt, weil der Bergbau meist früher aufgehört hat wegen Taubheit, geringer Mächtigkeit der Gänge. Gänge, deren Tiefstes nur wenig unter die Erdoberfläche niedersetzt, nennt man Rasenläufer; doch muss man vorsichtig sein mit der Anwendung dieses Begriffs, da nicht selten derartige Gänge bei späterer Untersuchung noch einen lohnenden Bergbau in weiterer Tiefe gestattet haben. Es kommt andererseits vor, dass Gänge ein eigentliches Ausgehendes nicht haben, selbstredend wenn Formationen späterer Entstehung, als die des Ganges, über das Gang führende Gebirge aufgelagert sind,

---

[6]) Kühn a. a. O. S. 305.

[7]) Daub, der Bergbau des Münsterthals bei Freiburg im Breisgau, in Karsten und v. Dechen Archiv neue Folge. B. XX. S. 501.

[8]) Zimmermann, die Erzgänge und Eisenstein-Lagerstätten des nordwestl. hannov. Oberharzes in Karsten Archiv neue Folge. Bd. X. S. 27 ff.

[9]) Kühn a. a. O. S. 340.

aber auch wenn durch Zertrümmerungen, Geschlossenheit der Spalten das Aufsetzen des Ganges unkenntlich gemacht ist.

Die Mächtigkeit der Gänge ist sehr verschieden, sie wechselt von Papierdicke, wie bei den Tellurklüften zu Offenbanya, und Centimeterdicke, wie bei manchen Zwittergängen, bis zu vielen Metern. Die Freiberger Gänge zeigen nur eine geringe Mächtigkeit, selten übersteigt sie die von ($^3/_8$ bis $^5/_8$ Ltr.) 0,785 bis 1,308 Meter, Ausnahmen macht der Halsbrückner Spat, der ($1^1/_2$ bis 2 Ltr.) 3,139 bis 4,185 Meter mächtig wird, sowie der Ludwig- und der Drei-Prinzen-Spat von (1 bis $1^1/_2$ Ltr.) 2,092 bis 3,139 Meter Mächtigkeit; sehr mächtig dagegen treten die Harzer Gänge auf, wobei man freilich die Trümmer hinzurechnet: der Silbernaaler Zug bei Clausthal ist (10 bis 15 Ltr.) 20,924 bis 31,385 Meter, selbst (25 Ltr.) 52,309 Meter mächtig bekannt, der Burgstädter Zug zeigt bis (20 Ltr.) 41,847 Meter und mehr, der Lautenthaler Glücksgang sogar bis (40 Ltr.) 83,694 Meter Mächtigkeit. Mächtig sind auch die Gänge im Siegener Lande. Die Veta madre in Guanaxuato ist nach Humboldt bei zusammenstossenden Trümmern (105 bis 175 Fuss) 32,955 bis 54,924 Meter, selbst (30 Ltr.) 62,771 Meter mächtig und (6000 Ltr.) 12554 Meter im Streichen bekannt. Schmal sind die Gänge in Cornwall und Devonshire, meist (3,09 bis 3,64 Fuss) 0,944 bis 1,15 Meter, zum Theil ($9^3/_4$ bis $14^1/_2$ Fuss) 3,060 bis 4,551 Meter, nur ganz local (29 bis 39 Fuss) 9,102 bis 12,240 Meter, selten haben dieselben mehr als ($^1/_4$ deutsche Meile) 0,25108 neue Meile Längenausdehnung. Sehr schmal sind die Gänge zu Kongsberg in Norwegen.[10]) Bei Ehrenfriedersdorf nehmen 10 bis 15 schmale Zwittertrümmer eine Breite von nur ($1^1/_2$ bis 2 Ltr.) 3,139 bis 4,185 Meter ein.

Wenn man auch über die Zu- und Abnahme der Mächtigkeit im Vergleich zur Längen- und Tiefenausdehnung allgemeine Regeln nicht aufstellen kann, so zeigt sich doch häufig, dass weit fortsetzende Gänge auch mächtig sind. Im Allgemeinen findet man die Mächtigkeit selten über (5 bis 10 Ltr.) 10,462 bis 20,924 Meter, wo vorstehend eine grössere erwähnt ist, hat man es gewöhnlich mehr mit einem System neben einander hinsetzender, sich bald vereinigender, bald auseinandergehender einzelner Gänge zu thun, wobei das Nebengestein alsdann mitgerechnet wird; die Extreme der Mächtigkeit liegen in den meisten Fällen zwischen (2 Zoll und 2 bis 3 Ltr.) 0,052 und 4,185 bis 6,277 Meter.

Schwankungen in der Mächtigkeit eines Ganges sind häufig, wie sich bei Spaltenbildungen dies nicht anders erwarten lässt; sie sind theils bedingt durch die Festigkeit des durchsetzten Gesteins, theils stehen sie auch wohl im Zusammenhange mit der später zu besprechenden Erscheinung des Gesunkenseins eines Gebirgstheils. Veränderungen in der Mächtigkeit sind: Verschmälerung, wobei das Gebirge an beiden Seiten des Ganges

[10]) Mosler: „Mittheilung über Bergbau und Hüttenbetrieb in Schweden und Norwegen", in Zeitschr. für Berg-, Hütten- und Salinenwesen in Preussen. Bd. XIV. B. S. 97.

näher aneinander tritt, den Gang zusammendrückt; bleibt in solchem Falle nur eine Kluft übrig, so ist der Gang verdrückt; tritt dagegen das Gebirge auf beiden Seiten des Ganges auseinander, so sagt man: „der Gang thut sich auf", wird dies sehr stark: „der Gang wirft einen Bauch". In den meisten Fällen wird das Verschmälern und das Aufthun an ein und demselben Gange wiederholt beobachtet werden können.

Wie in der Mächtigkeit, treten auch Veränderungen der Gänge in der Längen- und Tiefenausdehnung ein, die zum allmäligen oder plötzlichen Aufhören führen. Ein Gang keilt sich aus, wenn das auf beiden Seiten begränzende Gebirge so nahe aneinander herantritt, dass die Gangmasse sich ausspitzt und die Gebirgsspalte gänzlich verschwindet; der Gang erleidet eine Zertrümmerung, wenn er sich in mehrere Trümmer theilt, die nach längerer oder kürzerer Fortsetzung, nachdem sie sich wohl auch nochmals zertrümmert haben, in der Regel sich auskeilen; theilt sich der Gang nur in zwei Aeste, so spricht man von Gabelung. Umgekehrt sagt man: die Trümmer treten zusammen, wenn sie sich zu einem Gange vereinigen. Ein Gang wird abgeschnitten, wenn er mit voller Mächtigkeit an einem anderen Gebirgsgliede aufhört; das Vorlegen eines anderen Gebirgsgliedes kann auch wohl die Ursache der Zertrümmerung sein.

### 2. Die Ausfüllungsmasse.

Wohl niemals ist ein Gang in seiner ganzen Ausdehnung überall mit Erzen erfüllt, es wechselt Erz (Haltiges) mit Taubem (Unhaltigem); hierdurch entsteht der Unterschied zwischen Erz und Gangarten. Ausserdem nimmt das Erz selten die ganze Mächtigkeit ein, am seltensten bei edelen Geschicken (Erzen), häufiger bei Eisenerzen und anderen groben Geschicken. Die so entstehenden haltigen und tauben, mit einander wechselnden Partien des Gangkörpers heissen Mittel, und man unterscheidet Erzmittel (und zwar reiche und arme) von tauben Mitteln, welche zwischen erzführenden Mitteln liegen. Je nach der Erstreckung der Erzführung spricht man von langen und kurzen Mitteln; absätzige Mittel sind kurze Mittel, welche sich mehrfach wiederholen. — Den Ausdruck Erzfall erläutert Gätschmann[11]) als ein Erzmittel, welches sich auf einem Gange nach einer gewissen, nicht selten grossen Erstreckung nach dem Fallen oder in diagonaler Richtung fortzieht; solche Erzfälle haben auf demselben Gange meist parallele Lage, auch wiederholen sie sich in diagonalen Linien. Am besten erkennt man die Lage derselben aus den auf sie geführten Abbauen. — Erzlinsen sind Mittel von linsenförmiger Gestalt; Nieren und Nester kleinere Erzmittel.

Als Gangarten treten am häufigsten auf: Quarz, Karbonspäthe (Kalkspath, Rautenspath, Braunspath, Mangan- und Eisenspath), Schwerspath, Flussspath; Witherit, Apatit, Arragonit; Glimmer, Chlorit, Talk,

[11]) Die Auf- und Untersuchung von Lagerstätten nutzbarer Mineralien von Gätschmann. Freiberg 1856. S. 96. Zweite Auflage. Leipzig 1866. S. 100.

Serpentin; Augit, Hornblende; Granat; Feldspäthe (Orthoklas, Albit, Oligoklas, Labrador, Skapolith), Zeolithe (Stilbit, Kreuzstein, Apophyllit, Laumonit); Topas, Turmalin, Epidot, Axinit. — Letten und ähnliche Massen innerhalb der Gangräume rühren häufig vom Nebengestein her und sind Verwitterungsprodukte desselben. — Auch das Nebengestein selbst erscheint als Gangart z. B. am Harz[12]), wo die Ausfüllungen ausser einestheils aus Kalkspath und Quarz mit wenig Schwerspath und Eisenspath, anderntheils vorwiegend aus Schwerspath oder Eisenspath aus dem milden in der Regel glimmerfreien Thonschiefer und der Grauwacke bestehen. Die Gänge selbst haben das Eigenthümliche, dass fast immer entweder mehrere mit einander in Verbindung treten, indessen sie ab- und zulaufende Trümmer bilden und so einen Gangzug ausmachen (Rosenhöfer Zug), oder dass in einer mächtigen Gangmasse, welche wesentlich aus einem mehr oder weniger milden Thonschiefer oder aus gestörten Grauwackenpartien besteht, Erztrümmer aufsetzen, die auch bisweilen in das Nebengestein selbstständig verlaufen (Burgstädter Zug). Die Erze bestehen hier aus Bleiglanz (wohl mit Bleischweif), Zinkblende und Kupferkies, selten Fahlerz (Schwarzerz) und Bournonit; Kupferkies zeigt sich bisweilen in einzelnen Trümmern vorherrschend. — Die Kupfererzgänge bei Kupferberg führen, theils verwittert und zersetzt, chloritische, serpentinartige, amphibolische Massen. — Zuweilen treten einzelne Stücke und Geschiebe des Nebengesteins in der Gangmasse auf, wie die horses of killas in Cornwall, obwohl dieser Ausdruck eigentlich für das Gestein zwischen dem Gang und dem nach der Tiefe abgehenden Trum gebraucht wird.[13])

Das Gefüge der Ausfüllungsmasse ist sehr verschieden: 1. körnig, oft aber so grob und ungleichförmig, dass es besser scheint, nach Cotta dafür die Bezeichnung massige Gangtextur anzunehmen; von der des Gesteins ist sie dadurch unterschieden, dass die einzelnen Mineralien in Grösse und Gestalt viel ungleichmässiger, auch nicht so constant und regelmässig vertheilt sind, wie im Granit, Syenit u. s. w. Dabei sind die einzelnen Mineralien oft wie in einander geknetet; 2. porphyrartig, wofür man bei Erzen eingesprengt sagt; das Gefüge ist minder gleichförmig als bei Gesteinen; 3. dicht, kommt seltener vor, häufig bildet alsdann ein gänzlich vorherrschendes Mineral, z. B. Quarz, die dichte Hauptmasse, in der dann aber oft andere Mineralien eingesprengt sind; 4. breccienartig,[14]) (Figur 2) durch Einschlüsse des Nebengesteins gebildet (horses in Cornwall); abgerundete Stücke sind seltener, woraus dann zuweilen die sogenannte Sphärentextur sich bildet.[15]) (Figur 3.) Dies führt 5. zur

---

[12]) Zimmermann im Archiv von Karsten. Neue Folge. Bd. X. S. 33.

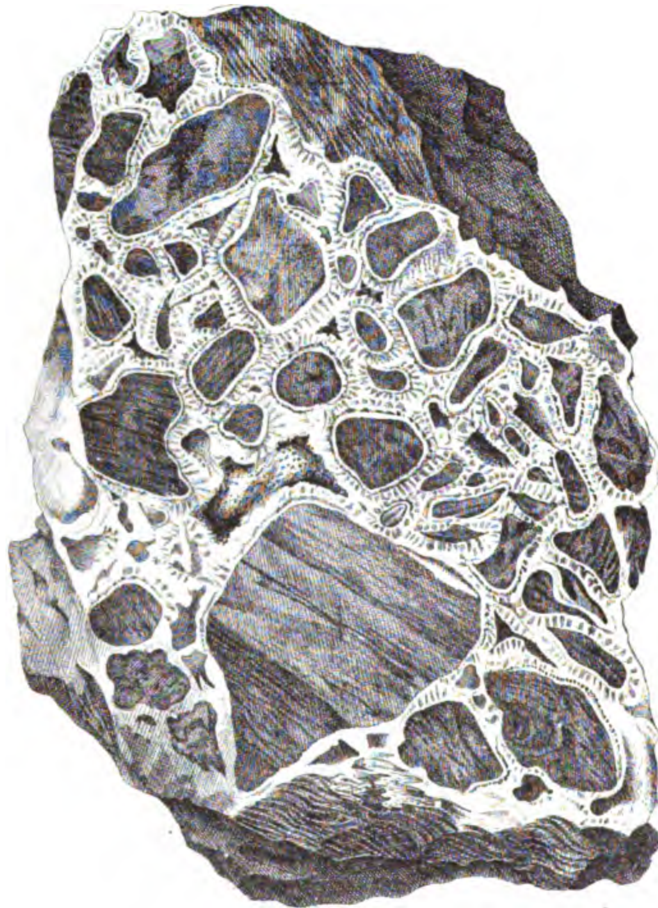
[13]) Henwood über die Erscheinungen der Erzgänge in Karsten Archiv neue Folge. Bd. X. S. 540. 542.

[14]) von Weissenbach, Abbildungen merkwürdiger Gangverhältnisse aus dem sächsischen Erzgebirge. Fig. 2.

[15]) von Weissenbach a. a. O. Fig. 8.

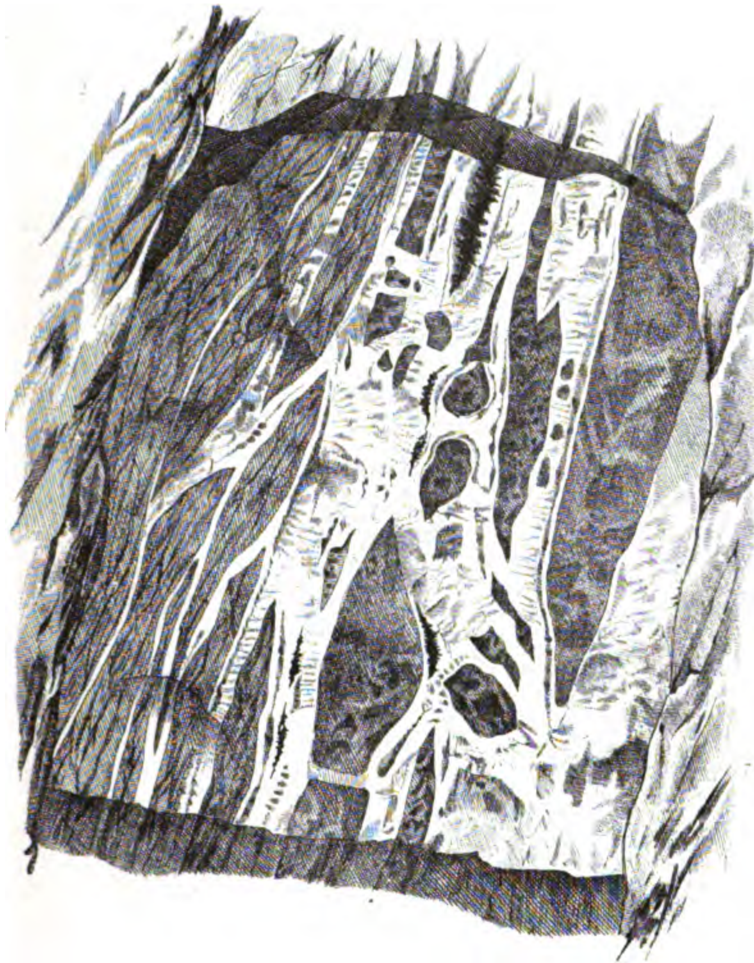
(zu Seite 12.)

Figur 3.



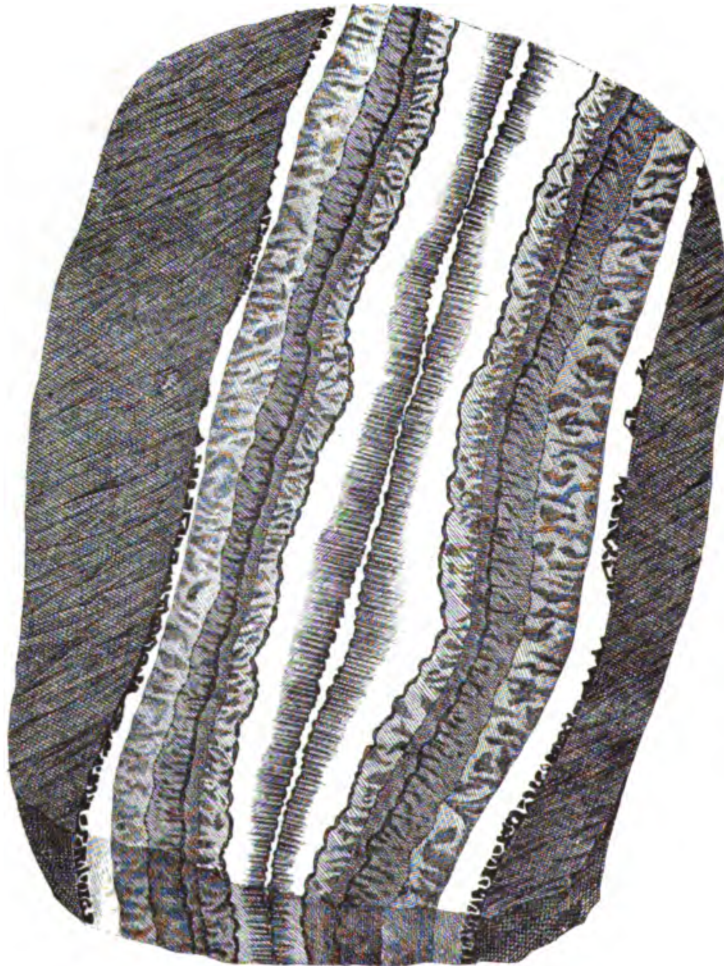
(zu Seite 12.)

Figur 2.



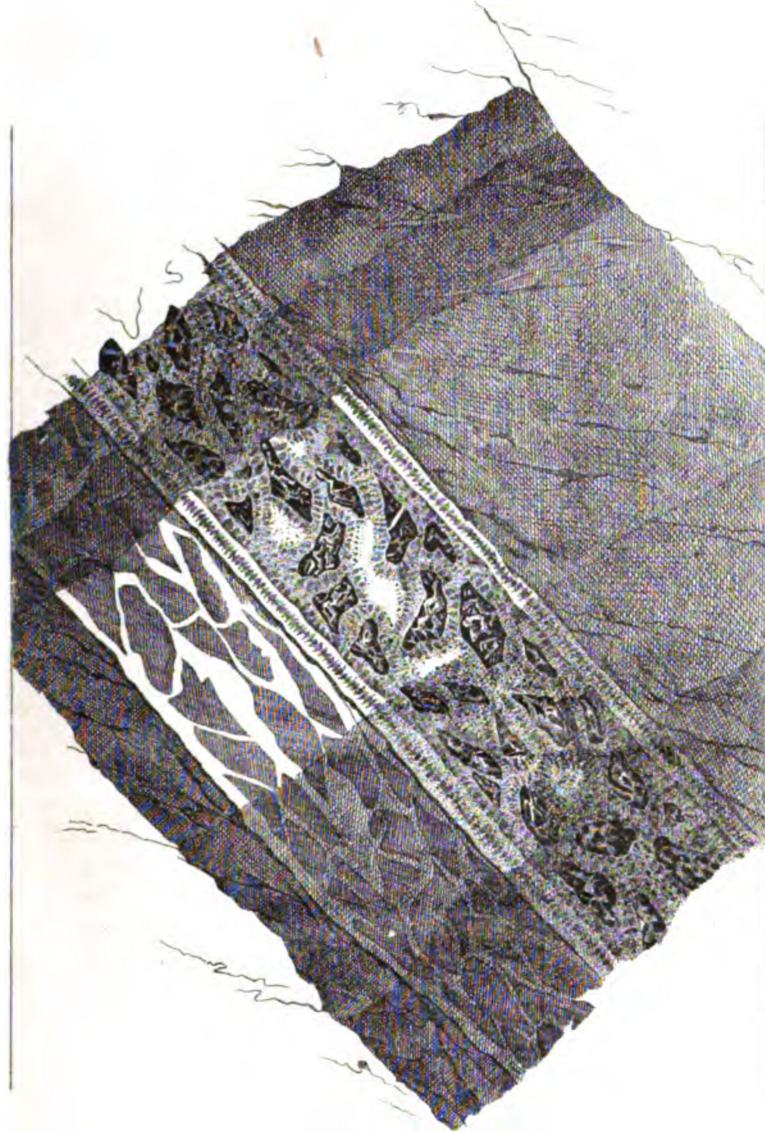
(zu Seite 13)

Figur 4.



(zu Seite 13).

Figur 5.



lagenförmigen Anordnung oder Parallelstruktur, die wohl stets nur dann auftritt, wenn mehrere Substanzen die Ausfüllung bilden,[16]) (Figur 4), man hat dann einfache, nur einmal auftretende oder wiederholt erscheinende Lagen derselben Masse; Störungen in der symmetrischen Anordnung der Lagen entstehen durch einseitige Krystallisation bei sehr geneigter Lage oder durch nochmaliges Aufreissen der Spalte, wodurch die Lagen verschoben werden oder ganz neue Gangbildungen auftreten und die sogenannten Doppelgänge[17]) (Figur 5) entstehen.

Eine eigenthümliche Erscheinung in der Gangmasse sind die Drusenbildungen, welche bei Lagentextur in der Mitte, sonst auch wohl unregelmässig vertheilt auftreten; die Spitzen der Krystalle sind dabei immer nach Innen gekehrt.

Das Vorkommen der Erze erscheint in grösseren oder geringeren Massen und dann in Lagen, Nestern, Körnern, Adern, Schnüren. Das Verhältniss der Erzmasse zu den Gangarten wird durch folgende Ausdrücke bezeichnet: derb bei zusammenhängenden Massen der Erze, die sich ohne Mühe von den Gangarten trennen lassen; grob eingesprengt bei zunehmender Schwierigkeit der Trennung; fein eingesprengt, der Zusammenhang der Erze ist noch mehr unterbrochen; in Funken erscheint das Erz, wenn einzelne Körner ohne jeden Zusammenhang auftreten, angeflogen, wenn an einzelnen Stellen der Gangmasse oder des Nebengesteins dünne Lagen des Erzes sich zeigen. Die Grösse der Erzmittel ist in allen diesen Fällen eine sehr verschiedene.

Auf die Erzführung der Gänge sind von Einfluss:

1. das Niveau oder die Tiefe des Ganges. Zunächst sind hier die Zersetzungserscheinungen am Ausgehenden und in oberer Höhe zu erwähnen, die oft viele Meter tief niedersetzen. Dahin gehört der sogenannte eiserne Hut (chapeau de fer der Franzosen, gossan der Engländer), welcher von den Bergleuten als Deutung guter Bauwürdigkeit in der Tiefe gern gesehen wird und auf welchen die Sprüchwörter angewendet werden: „es thut kein Gang so gut, er hat denn einen eisernen Hut" oder „es war kein Bergwerk nie so gut, es führt zuvor einen Eisenhut." Derselbe erscheint in Gegenden Deutschlands, wo man Silbererze gewinnt, bei Silber- und Kupfererzgängen in Frankreich, Cornwall, Spanien, Peru, Mexico, am Ural. Die ockerige Färbung ist vorwaltend, was auf das Vorhandensein von Zersetzungsprodukten deutet, aber nur da auftreten kann, wo Schwefelmetalle (Kupferkies, Schwefelkies) oder Eisenspath Begleiter der Erze sind. Eine ähnliche Erscheinung liefern die Pacos in Peru und Colorados in Mexico, welche neben Eisenoxyd Chlorsilber (auch Brom- und Jodsilber) und Bleisalze enthalten und von Kupfer gebildete bunte Figuren zeigen. Einige wollen so weit gehen, alle Eisenerzgänge für eiserne Hüte zu erklären, was sich aber durchaus nicht rechtfertigen lässt.

---

[16]) von Weissenbach a. a. O. Fig. 12.
[17]) von Weissenbach a. a. O. Fig. 9. 18.

Auch andere Aenderungen in der Erzführung treten in verschiedenen Tiefen auf, doch ist es unsicher über die Zu- und Abnahme der Erze oder über das Auftreten anderer (frischer Erze, als der bis dahin beobachteten) eine Regel aufzustellen. Das Letztere versucht Kühn[18]) aus Parallelstruktur zu erklären, indem die einzelnen Lagen nach unten dicker werden und sich ausserhalb neue Ganglieder einstellen. Wie wenig Werth auf eine Theorie über den Gehalt der Gänge an Metallen nach den verschiedenen Tiefen zu legen ist, sucht Baron Richthofen nachzuweisen,[19]) indem er die Hypothese, wonach bei Goldgängen in den höchsten Niveaus eine Concentration des Adels eintreten soll, dadurch bekämpft, dass er in Californien eine Zunahme des Adels nach der Tiefe eben so häufig schildert, als eine Abnahme oder ein Gleichbleiben; bei den meisten Silbergängen im Propylit, insbesondere bei dem Comstockgang, hat keine bedeutende Zerstörung an der Oberfläche stattgefunden, und doch zeigten sich Eisenerze in der Tiefe nicht weniger als am Ausgehenden, wenn auch eine rostbraune Färbung den eisernen Hut anzeigt; am Ausgehenden brachen sogar die reichsten Silbererze; im Gebiet von Reese River (Staat Nevada) haben die Gänge einen sehr deutlich ausgesprochenen eisernen Hut, welcher allerdings auch ungemein reich an Silber ist, sie führen aber auch in der grössten erreichten Tiefe noch immer sehr reiche Silbererze. Interessante Beispiele der verschiedenen Erzführung in verschiedenen Tiefen zeigen die goldhaltigen Quarzgänge in krystallinischen Schiefern am Rathhausberge in den Salzburger Alpen,[20]) welche in den (6 bis 9000 Fuss) 1883 bis 2825 Meter hohen Berggipfeln nicht mehr als (2000 Fuss) 628 Meter tief niedersetzen, sie enthalten in den oberen Höhen in schmalen Keilen Fahlerz, reich an goldhaltigem Silber, in den mittleren Tiefen häufigere und edelere Partien mit Kupferkies, in grösserer Tiefe wurden die Gänge bei Zunahme der Mächtigkeit ärmer. Bei Seiffen im Erzgebirge sollen Zinngänge nach der Tiefe in silberhaltige Kupfergänge übergehen. Die Gänge bei Przibram zeigen bis (200 Ltr.) 400 Meter Tiefe eine Zunahme in der Erzführung und bleiben von dort aus constant.

Zersetzungen in oberen Höhen gestalten mitunter eigene Verhältnisse und lassen einen Blick in die Textur thun, die im frischen Zustande verdeckt ist. So z. B. im Siegener Lande,[21]) wo die Spatheisensteingänge gern einen schalenweisen Wechsel mit Quarzlagen zeigen. Wo vormals dichte Gangmassen anstanden, finden sich jetzt mancherlei Höhlungen, deren Wände oft mit den prächtigsten, secundären Erzgebilden bekleidet

---

[18]) Kühn, Geognosie. Bd. II. S. 372.

[19]) von Richthofen: über das Alter der goldführenden Gänge und der von ihnen durchsetzten Gesteine in Zeitschr. der deutschen geologischen Gesellschaft. Berlin 1869. S. 736.

[20]) Ueber geognostische Verhältnisse der Goldbergbaue in Rauris und Böckstein im Berggeist. Köln 1870. S. 495.

[21]) Schmidt, Beiträge zur Lehre von den Gängen. Siegen 1827.

sind; die schönsten Stalaktitendrusen, oft viele Kubikfuss räumlich einnehmend, wie auf dem Hollerter Zuge, Luise bei Horhausen, schmücken die obere Teufe der Gänge, welche niederwärts Spatheisenstein führen; die Quarzschalen, der Umwandlung widerstehend, setzen dann wie Wände durch diese Drusen. Nehmen dieselben die Mitte des Ganges ein, so zeigen sie gewöhnlich auf beiden Flächen die Eindrücke von Spatheisensteinkrystallen; dünnere Schalen und Streifen sind zerbrochen, entweder mit den secundären Gangmassen gemengt oder auf der Sohle der Höhlungen zerstreut. Solche Umwandlungen gehen oft (50 bis 60 Lachter) 100 bis 125 Meter nieder und geben Gelegenheit das Krystallinische der Masse zu beobachten.

2. Eine Veredelung oder Verunedelung der Erzführung tritt ein durch ab- und zusetzende Trümmer; solche Trümmer, welche durch ihren Zusammentritt auf dem Gange die Erzführung vermehren oder veredeln, nennt man Erzbringer oder Erzmacher; zweigen sich Trümmer ab und wird dadurch die Erzführung verringert oder verunedelt, so nennt man sie Erzräuber; auch kommt es vor, dass durch Abzweigung von Trümmern die Erzführung sich veredelt.

3. Durch das Begegnen mit anderen Gängen wird meistentheils die Erzführung nach Quantität und Qualität verändert, doch gehört dies einer späteren Betrachtung an.

4. Die Mächtigkeit bedingt die Erzführung, einzelne Gänge nehmen mit der Mächtigkeit an Erz zu, andere führen reichere und edelere Erze bei geringerer Mächtigkeit. Dies ist erklärbar theils dadurch, dass bei lagenförmiger Textur die Erze an bestimmte Lagen gebunden sind, welche sich erst bei grösserer Mächtigkeit anlegen können, theils dadurch, dass bei Verringerung der Mächtigkeit und Zurücktreten der Gangmassen die Erze sich concentriren konnten; auch steht die Erscheinung im Zusammenhange mit dem Einfluss des Nebengesteins.

5. Der Einfluss des Nebengesteins äussert sich extensiv in Bezug auf Verlauf und Mächtigkeit der Spalten, intensiv in Bezug auf Ausfüllungsmasse und Erzführung; der letztere Einfluss ist vielfach constatirt, seine Erklärung bis jetzt aber noch dunkel. Es können hier zahlreiche Beispiele aufgeführt werden. a. Die Freiberger Gänge sind gut und edel im grauen, arm im rothen Gneis;[22]) nach Scheerer wirken veredelnd: grauer Gneis, Grünstein, Gabbro, Kalkstein, verunedelnd: Glimmerschiefer, Thonschiefer, wahrscheinlich auch Granit, Quarzit, Porphyre. b. In Cumberland sind die Bleierzgänge im Kohlenkalk mächtig, im Sandstein und Schieferthon zertrümmert und unbauwürdig. c. In Derbyshire sind die Bleierz führenden Gänge im Kohlenkalk ebenfalls gut, im dazwischen liegenden Toadstone (Grünstein) unbauwürdig und zertrümmert. d. In

---

[22]) Cotta, Gangstudien. Freiberg 1850. Bd. I. S. 101 ff. — Scheerer, die Gneuse des sächs. Erzgebirges. Zeitschr. der deutsch. geol. Ges. Bd. XIV. S. 23 ff.

Cornwall sind viele Gänge im Granit reich, im Thonschiefer und umgekehrt, denselben Einfluss zeigen Porphyr (Elvan) schiefer. e. Auf dem Andreasberg sind die Gänge in Grauwacke mächtig und silberreich, im Thonschiefer schmaler und ärmer. bram sind die Gänge in Grauwacke mächtig und abbauwürdig, schiefer gering mächtig, im Grünstein sehr verdrückt.[23]) g. D erzgänge am Lake superior sind im Mandelstein sehr reich (2 Fuss) 0,628 Meter mächtig, im Grünstein schmaler und selten bauwürdig, in Conglomerat und Sandstein ebenfalls schwächer und ohne Kupfergehalt, wogegen Galmei und Kalkspath auftreten. h. Die Kobaltrücken bei Kamsdorf, ähnlich wie die von Riechelsdorf in Hessen, sind fast nur zwischen Kupferschiefer oder erzhaltigem Grauliegenden erzführend, zwischen Zechstein oder Rothliegenden arm oder taub, mit Schwerspath ausgefüllt. i. Ein ähnliches Verhalten, wie die vorstehenden, zeigen die Nickelerzrücken im Mansfeldischen. k. Bei Aachen werden Verwerfungsklüfte, welche man im Steinkohlengebirge taub angetroffen, im älteren Gebirge erzführend;[24]) so z. B. die Münstergewand des Steinkohlengebirges führt den Hauptgang des Breininger Bergs. Im Bergkalk und devonischen Kalk sind diese Gänge erzführend, in Grauwacke und Schiefer wieder taub. Sie führen Bleiglanz, Blende und zwar vorherrschend derbe, braun und gelb, Kalkspath, hier und da auch Quarz; diese Mineralien haben eine eigenthümlich parallele und concentrische Anordnung. l. Die Silbergänge von Kongsberg sind nur erzführend innerhalb der Fallbänder, d. h. Glimmer- und Hornblendeschieferlagen, welche vorzugsweise mit Schwefelkies, auch mit Kupferkies und Blende imprägnirt sind, besonders bekannt sind sie durch die Kobalterze von Modum und Fossum.[25]) m. Im Nassauischen[26]) liefern die Blei-, Silber-, Zink- und Kupfererzgänge die interessantesten Beispiele von dem entschiedenen Einfluss des Nebengesteins auf die Erzführung, obwohl die einzelnen Thatsachen noch nicht gehörig erforscht sind.

Zu erwähnen bleibt hier, dass folgende Erze vorzugsweise in den Gängen gefunden werden: Gold, metallisch, gewöhnlich von Quarz und kiesigen Mineralien begleitet; Silber-, Blei-, Kupfer-, Kobalt-, Nickel-, Wismuth-, Zinn-, Quecksilber-, Manganerze; Eisenerze und zwar Magnet-, Braun-, Roth-, Spatheisenstein; Zinkblende und Galmei, letzteres selten; Arsenikerze, Tellur-, Uran-, Titan-, Chrom-, Molybdänverbindungen; Wolfram; Magnet-, Schwefel-, Wasserkies.

---

[23]) Babanek, die Erzführung der Przibramer Sandsteine und Schiefer im Berggeist. Köln 1871. S. 465.

[24]) Braun über die Galmeilagerstätte des Altenbergs in Zeitschrift der deutsch. geol. Ges. B. IX. S. 355.

[25]) Mosler a. a. O. B. S. 97. 101.

[26]) Odernheimer, das Berg- und Hüttenwesen im Herzogthum Nassau. Bd. I. S. 89.

### 3. Verhalten der Gänge zum Nebengestein.

In seltenen Fällen ist die Gangmasse fest mit dem Nebengestein verbunden, meistentheils ist der Gang durch nach Streichen und Fallen parallel laufende Begränzungsflächen, Salbänder, von dem Nebengestein abgegränzt. Häufig legt sich zwischen die Salbänder und das Nebengestein eine, gewöhnlich lettige, dünne Schicht, der Besteg, an, mit welchem die Gangmasse sich leicht von dem Gestein ablöst. Eine solche Trennung findet auch statt, wenn zwischen den Salbändern und dem Gestein sich eine feine Kluft, eine offene Ablösung, findet. Eine milde Schicht an einem oder beiden Salbändern, der Gangmasse zugehörig, nennt man Ausschram, welcher auch im Nebengestein zunächst dem Gange in Folge von Auflösung auftreten kann. Die Berührungsflächen des Ganges und des Nebengesteins sind zuweilen glatt und spiegelnd, häufiger am Nebengestein sichtbar, meistens mit Besteg verbunden und dann wohl mit einem dünnen, metallisch glänzenden Ueberzuge bekleidet; man nennt solche Flächen Spiegel, sind sie, wie häufig der Fall, gefurcht, so heissen sie Harnisch; man schreibt dieselben den Verschiebungen des einen Gebirgstheils nach schon erfolgter Ausfüllung der Gangspalte zu.

Der Einfluss der Gänge auf das Nebengestein erscheint extensiv durch Verwerfung desselben, durch Aufbiegung der Schichten, intensiv durch Zersetzung und Entfärbung, durch Umwandlung in talkige Massen, stets mit Zersetzung verbunden, durch Färbung mittelst eindringender Oxyde, z. B. grün durch Kupferoxyde, rothbraun und gelb durch Eisenoxyde, durch Imprägnation im Ganzen oder auf Schichtenklüften und in Adern, meist durch Erze, aber auch durch Gangart. Die Art der Imprägnation steht im Zusammenhange mit der grösseren oder geringeren Zersetzung des Ganges. Uebrigens treten derartige Imprägnationen ganz unabhängig von vorhandenen Gängen auf, wie es in der Sierra Nevada und in Californien nachgewiesen ist.[27])

### 4. Verhalten der Gänge zu einander.

Gänge können sich mannigfaltig begegnen und durchschneiden, wodurch ein netzartiges Ansehen der Gangkarten in ausgedehnten Revieren entsteht. Die Erscheinungen sind, kurz gefasst, folgende:

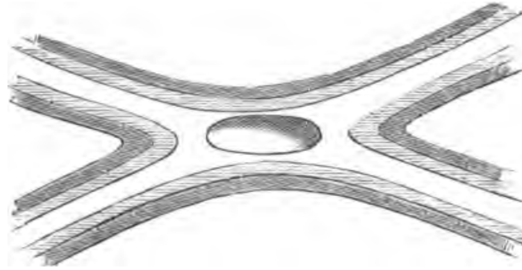
1. Kreuzen. Begegnen sich zwei Gänge und setzen nach der Begegnung ungestört ihre Richtung fort, so bilden sie ein Kreuz und zwar, wenn das Streichen beider gegen einander rechtwinkelig ist, ein Winkelkreuz, wenn es schiefwinkelig ist, ein Schaarkreuz, ist das Streichen beider dasselbe oder nahe dasselbe, während das Fallen verschieden ist, ein Durchfallkreuz. Die Gangarten beider Gänge setzen in einander über und bilden am Kreuzungspunkte eine einzige Masse. Ein treffliches

---

[27]) von Richthofen a. a. O. S. 738.

Beispiel beschreibt Kühn.[28]) Der Karl Morgengang und der Ludwig Stehende auf Habacht Fundgrube, beides Gänge von (4 bis 6 Zoll) 105 bis 157 Millimeter mittlerer Mächtigkeit, gehen derartig in einander über,

Fig. 6.



dass das äusserste Gangglied, Quarz, ebenso das zweite Rosenspath, ohne Unterbrechung aus dem einen in den anderen hinüberzieht, während das dritte, ein Gemenge von Rosenspath, silberreicher schwarzer Zinkblende und silberreichem Bleiglanz, innerhalb des von beiden Gängen gebildeten Raumes eine drusenartige, (7 bis 9 Zoll) 183 bis 235 Millimeter lange Höhlung umschliesst. (Figur 6.) Bei einem derartigen Kreuzen von Gängen muss die Bildung der beiden Gangspalten und die Ausfüllung derselben gleichzeitig stattgefunden haben. Mit dem Kreuzen verbunden ist zu betrachten:

2. Das Durchsetzen oder Durchkreuzen, wo der durchsetzte Gang älter als der durchsetzende ist, indem die Gangmasse des ersteren unterbrochen erscheint, demnach schon vorhanden sein musste, während der Durchsetzer ungestört hindurchgeht. Ein einfaches Beispiel zeigt Fig. 7, wo A der durchsetzte, ältere, B der durchsetzende, jüngere Gang ist; in dem durch Fig. 8 dargestellten Beispiel einer doppelten Durchsetzung ist

Fig. 7.

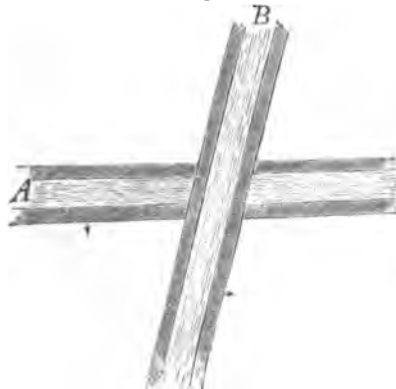
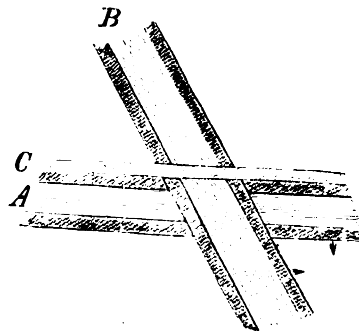



Fig. 8.




[28]) K. A. Kühn, Handbuch der Geognosie. Bd. II. S. 604.

A der älteste, B der jüngere, C der jüngste Gang. Nicht immer ist die Erscheinung so deutlich, wie in den Beispielen dargestellt, da der jüngere Gang häufig nicht ohne Einfluss bleibt auf die Gangmasse des älteren, vielmehr diese zersetzt oder zerstört oder auf grössere oder geringere Erzführung hinwirkt. Deshalb sind derartige Gangkreuze von Wichtigkeit für den Bergmann, welcher für die weitere Verfolgung der Gänge auf markscheiderischem Wege die Kreuzungsebene feststellen muss, welche vom Streichen und Fallen beider Gänge abhängig ist.

3. Schaaren und Schleppen. Zwei Gänge treffen unter spitzem Winkel zusammen, trennen sich dann wieder oder bleiben auf längere Erstreckung mit einander verbunden. Diese Erscheinung tritt unter zwei verschiedenen Formen auf: die eine, Fig. 9, wenn der sich schleppende

Fig. 9.



Gang auf der Seite des Hauptganges, dem er sich anschmiegt, bleibt und dies oft mehrere Male wiederholt, wodurch ähnliche Erscheinungen, wie Doppelgänge, gebildet werden; die zweite, Fig. 10, wenn nach längerem

Fig. 10.

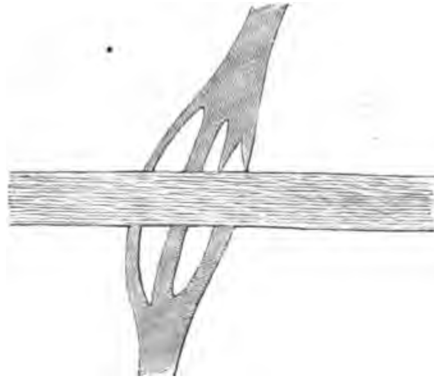


Schleppen Durchsetzung des einen Ganges eintritt, wobei zuweilen die Masse des sich schleppenden Ganges als ein compacter Körper oder in Trümmern innerhalb des anderen Gangkörpers fortläuft bis zum Punkte des Wiederabsetzens. Zuweilen liegt auch der sich schleppende Gang bald im Hangenden, bald im Liegenden und durchsetzt den Hauptgang in später sich wieder vereinigenden Trümmern; auch schleppt sich der Gang nach und nach mit mehreren parallelen Gängen, wie in der Gegend von Przibram. Bei Zertrümmerungen eines Ganges an einem anderen setzt auch wohl ein Trum gleich hindurch, ein anderes schleppt sich und keilt sich aus oder setzt später ebenfalls durch. Schleppen des Ganges kommt auch mit den Schichten des Nebengesteins vor, wodurch sich ein **Lagergang** bildet.

4. Zerschlagen. Ein Gang sondert sich beim Begegnen mit einem anderen in eine grosse Zahl weit von einander laufender Trümmer, was dann stets bei dem jüngeren Gange erfolgt und zwar gern, wenn er unter spitzem Winkel an einen mächtigen und von Gefährten begleiteten Gang

heransetzt. Figur 11. Diese Erscheinung tritt oft einige Meter zu beiden Seiten des älteren Ganges ein und zeigt sich gern mit einer Neigung zum Schleppen verbunden.

Fig. 11.



5. Abschneiden. Im Allgemeinen selten hört ein Gang beim Herantreten an einen anderen gänzlich auf, es darf dies nie ohne Weiteres angenommen werden; weil oft nähere Untersuchungen dennoch später die Fortsetzung des vermeintlich abgeschnittenen Ganges gezeigt haben. In Przibram [29]) haben neuere Ausrichtungen dargethan, dass Gänge, welche an der Schieferscheidungskluft zertrümmert und abgeschnitten erscheinen, jenseits der Kluft wieder ansetzen und in grösserer Entfernung, vorzüglich in den festeren und mächtigeren Thonschiefern, gehaltreicher und mächtiger werden. Es trifft das Abschneiden den jüngeren Gang, oder mindestens ist der abgeschnittene mit dem abschneidenden gleichzeitig gebildet. Das Abschneiden an Ruscheln (besondere Lagen milden Schiefers im Grauwacken- und Thonschiefer) wird im Harz beobachtet.

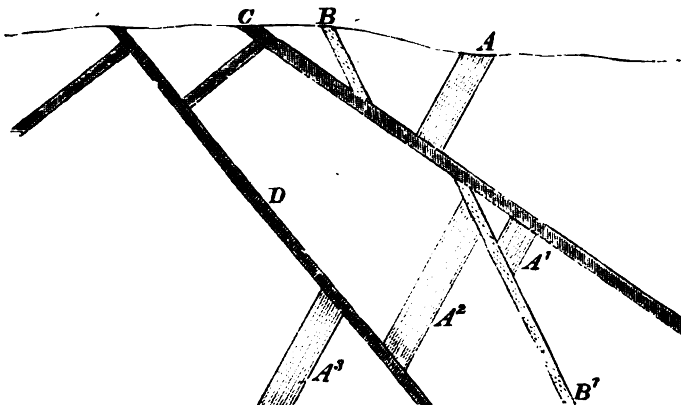
6. Verwerfen. Dies ist die folgenreichste Erscheinung beim Begegnen der Gänge: die Theile des getrennten Ganges liegen mehr oder weniger gegen einander verschoben. Die Erscheinung ist zuerst richtig erkannt durch Schmidt [30]) in Siegen als Bewegung der Gebirgsstücke zur Seite der Gangspalte, als ein Senken oder Heben des Hangenden oder des Liegenden, als eine Seitenverschiebung, und ist daher völlig analog der Einwirkung eines Ganges auf lagerhafte Gebirgsglieder. Im Allgemeinen ist der verwerfende Gang der jüngere, der verworfene der ältere, indessen kommen auch Fälle vor, wo gleichzeitig gebildete Gänge sich verwerfen, wie man aus der Gleichheit der Gangmassen und ihrem innigen Ineinanderwachsen wahrnehmen kann; dann ist die Verwerfung durch Niederziehen der einen Gebirgshälfte entstanden, während noch beide Spalten offen waren. Die von Schmidt aufgestellten Regeln passen zu den Thatsachen bei den

[29]) Babanek a. a. O. im Berggeist. Köln 1871. S. 465.
[30]) Schmidt, Beiträge zu der Lehre von den Gängen. Siegen 1827.

Gangvorkommnissen von Freiberg, im Harz, in den Rheingegenden u. s. w., eine entgegengesetzte Ansicht haben die Cornwaller Bergleute von den Gängen ihres Landes,[31]) welche aber durch von Dechen treffend widerlegt ist.[32])

Es lassen sich eine Menge Beispiele über Verwerfungen von Gängen durch andere vorführen, an denen zugleich das Alter der Gänge bestimmt werden kann. Ein complicirter derartiger Fall aus Cornwall wird nach den Transactions of the royal geological society of Cornwall Vol. II. S. 128 von Gätschmann[33]) reproducirt. Der Gang A, ein Zinnerzgang, ist der älteste und wird von den Kupfererzgängen B und D verworfen, die Lettenspalte C, welche am jüngsten entstanden, verwirft den Gang B und mit ihm nochmals den Gang A.

Fig. 12.




Es kommt auch vor, dass einzelne sich ablösende Trümmer verwerfend wirken, während der Hauptgang eine solche Wirkung nicht äussert.[34])

Alle geschilderten Erscheinungen haben es möglich gemacht, Altersunterschiede von Gängen derselben Formation aufzustellen, **Gangformationen** zu unterscheiden, die sich dann häufig auch durch besondere Erzführung auszeichnen; Gänge derselben Formation beobachten meistentheils einen gewissen Parallelismus im Streichen, gleichmässiges Verhalten gegen das Nebengestein und in der Ausfüllungsart der Gangspalte. Man hat versucht in den verschiedenen Gegenden verschiedene Formationen streng von

[31]) Henwood, über die Erscheinungen der Erzgänge in Kasten Archiv neue Folge. Bd. X. S. 535 ff.

[32]) Karsten Archiv a. a. O. S. 561 ff.

[33]) Gätzschmann, die Auf- und Untersuchung von Lagerstätten nutzbarer Mineralien S. 117. Zweite Auflage. Leipzig 1866. S. 125. Ebenda finden sich eine grosse Reihe von Verwerfungsfällen abgebildet, weshalb wir darauf verweisen. Ein interessantes Beispiel findet sich in den Abbildungen merkwürdiger Gangverhältnisse aus dem sächs. Erzgebirge von v. Weissenbach. Fig. 34.

[34]) v. Weissenbach a. a. O. Fig. 24. 35.

einander zu trennen, wie im Königreich Sachsen: Zinnsteinformation, Freiberger Gänge (edle Quarz-, kiesige Blei-, edle Blei- oder Braunspath-, barytische Blei-Formation), Silber-, Kupfer- und Nickel-Gänge, Eisenerzgänge; v. Herder fügt noch eine Kupferformation (Quarz mit Kupfer- und Schwefelkies, Malachit u. s. w.) hinzu, die von Anderen fortgelassen wird.

In Cornwall hat man sogar neun solcher Systeme unterschieden. An anderen Orten, wie im Harze, hat man selbstständige Gangzüge aufgestellt, Hauptgänge mit Trümmern und Gefährten, welche ein Ganzes bilden.[35]) Diese Unterscheidungen haben nur Werth für die specielle Gegend und lassen sich nicht verallgemeinern, sie bilden aber die Grundlage zur Betrachtung von ganzen Gangrevieren, welche aus den verschiedenen Gegenden vielfach dargestellt sind.[36])

---

Bisher sind die Erscheinungen, welche von Anderen **Querspaltengänge** genannt werden, betrachtet worden, Modificationen führen zu anderen Lagerstättenformen hinüber, da die Natur überhaupt nicht so scharf sondert, um nicht Uebergänge von einer Form zur andern offen zu lassen; sehr mächtige Gänge gehen ins Stockförmige über, viele, sich netzförmig kreuzende kleinere Gänge und Klüfte (filons en amas, Trümmerstockwerk) zum Stockwerk, Lenticulargänge, welche sich nach allen Richtungen hin auskeilen, in Nester. Aehnlich den Lagern sind die Lagergänge,[37]) als solche nur erkennbar an den Ausläufern, welche gleich den eigentlichen Spaltengängen in das Nebengestein eintreten; diese, wie auch die Contactlagerstätten, bedürfen jedoch hier besonderer Betrachtung nicht, es sei nur erwähnt, dass sie mitunter schon recht flaches Fallen haben, und dass Contactlager

[35]) Zimmermann: Das Harzgebirge. Thl. I. S. 321 f.

[36]) Zimmermann a. a. O. Derselbe, Erzgänge des nordwestl. hannover. Oberharzes in Karsten Archiv, neue Folge Bd. X. S. 27. — Burat: études sur les mines, théorie des gîtes métallifères. Deutsch von Hartmann. — Freiberger Gangkarte. — Siegener Gangkarte. — Eine treffliche Darstellung dieser Art ist i. J. 1867 von den Gangverhältnissen des Harzes durch den Bergmeister Borchers erschienen, welche durch A. v. Groddeck: „über die Erzgänge des nordwestl. Oberharzes“. Berlin 1867 erläutert ist; vergl. auch denselben Verfasser in Zeitschr. f. B., H.- u. S.-Wesen. Bd. 14. B. S. 273. — Sandberger: Untersuchungen über die Erzgänge von Wittichen im badischen Schwarzwalde in G. Leonhard u. H. B. Geinitz neues Jahrbuch. Stuttgart 1868. S. 385. 749. — Dr. Hallwich: Zinnerzvorkommen zu Graupen in österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1868. S. 150. — Die Erzgänge im Bergdistrikte von Nagybánya in Ungarn: ebenda 1869. S. 113. — Die Gangverhältnisse vom Birkenberge bei Przibram: ebenda 1870. S. 25. — C. H. Müller: geognostische Verhältnisse und Geschichte des Bergbaues der Gegend von Schmiedeberg u. s. w. im Altenberger Bergamts-Revier. Freiberg 1867. — Gangkarte der Freiberger Bergreviere. Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1872. S. 70; berg- u. hüttenm. Zeitung v. Kerl u. Wimmer. Leipzig 1872. S. 87.

[37]) v. Cotta: die Erzlagerstätten von Tergove in der kroatischen Militärgränze in berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1869. S. 29.

häufig an bestimmtes Gestein gebunden sind, wie Galmei an Kalk, Rotheisenstein an Grünstein, Syenit, Schalstein.

Für den Bergmann sind nach den vorstehenden Erörterungen die Gänge durch folgende Merkmale ausgezeichnet: Plattenform, lineare Erstreckung in Länge und Tiefe; meist starkes Fallen; Discontinuität der Erzführung, theils wegen der Gangarten, theils wegen der Anhäufung der Erze an Erzpunkten und Mitteln; Beziehung zu anderen Gängen.

### b. Lager und Flötze.

Flötze und Lager sind, wie bereits S. 5 erwähnt, dem geschieferten und geschichteten Gebirge parallel eingelagert, repräsentiren in einzelnen Fällen durch ihre Substanz ausgezeichnete Schichten oder Glieder der Formation, und tragen immer die Kennzeichen gleichzeitiger Bildung mit dem umgebenden Gestein. Die Trennung zwischen Lager und Flötze ist schwankend, in anderen Sprachen ist sie nicht bekannt, doch ist es zweckmässig, beide Benennungen beizubehalten. Bald sind die Ausdrücke bezogen auf die Regelmässigkeit der Plattenform und des Aushaltens, bald auf das Alter; so spricht man von Erzlagern, deren Vorkommen, namentlich in Bezug auf Raumerfüllung, viel Eigenthümliches hat, so dass auch hier daran festgehalten werden soll, mit Ausnahme mancher Eisensteinvorkommnisse, die besser als Flötze bezeichnet werden; ebenso spricht man von Steinsalzlagern, dagegen von Braunkohlenlagern und Braunkohlenflötzen, entschieden aber von Steinkohlenflötzen, vom Kupferschieferflötz.

Hier sollen als Flötze bezeichnet werden: alle regelmässig plattenförmige, den Gebirgsformationen gleichförmig eingelagerte Lagerstätten, von der Steinkohlenformation aufwärts, bei welchen die gewinnungswürdige Substanz der Lagerstätte deren Raum nach Streichen und Fallen continuirlich erfüllt, wogegen in der Mächtigkeit wegen der eingelagerten Bergmittel ein Zusammenhang nicht überall stattfindet; dies passt vornämlich auf die Flötzablagerungen von Stein- und Braunkohle, von Eisensteinen und Kupferschiefer. Hiernach würden z. B. manche Anthracitlagerstätten in den Alpen, welche in lauter linsenförmige Massen zerfallen, als Lager zu betrachten sein.

Hinsichtlich des Streichens und Fallens finden hier wie bei den Gängen die allgemeinen Bezeichnungen statt; indess haben die Benennungen recht- und widersinnig, die Eintheilung nach Streichstunden bei der Betrachtung dieser Lagerstätten keine Bedeutung.

Eigentliche Erzlager haben, verglichen mit Gängen, zwar oft grössere Mächtigkeit, aber geringere Ausdehnung in Länge und Tiefe; sie sind in ursprünglicher Lage flachfallend, kommen aber auch steil aufgerichtet vor. Veränderungen im Streichen und Fallen sind bei den Erzlagern seltener als bei den Gängen, dagegen wechselt häufig die Mächtigkeit oft und schnell, so dass mitunter das Lager in aneinander gereihte, flachgedrückte Linsen zerfällt. Die Erzlager hören auf durch Auskeilung, indem sich

Dach und Sohle allmälig bis zur vollständigen Verdrängung des Lagers nähern, ferner durch allmäliges Verlaufen in das Nebengestein, eine der vorigen ähnliche Erscheinung, bei welcher sich Dach oder Sohle senkt oder hebt bis zur vollständigen Verdrängung des Lagers; plötzlich werden Lager abgeschnitten durch Klüfte, Eruptivgesteine, discordant aufsteigendes älteres Gebirge, jenseits welcher das Lager nicht wieder aufgefunden wird. Verwerfungen der Lager durch Gänge und gangartige Gebilde (taube Klüfte) treten häufig auf, man wird dann in den meisten Fällen in der Lage sein, das Lager jenseits des verwerfenden Ganges u. s. w. wieder aufzufinden. Gabelungen der Lager werden beobachtet, lassen sich aber schwer mit der dem umschliessenden Gebirge gleichzeitigen Entstehung vereinbaren, und deuten vielmehr auf Lagergänge. Wie bei den Gängen findet auch bei den Lagern durch Anwachsen der Mächtigkeit ein Uebergang in das Stockförmige statt, während andererseits durch wiederholte Unterbrechungen des Lagers nach der Streich- und Fallrichtung Nester gebildet werden. Die Erzlager führen, vornämlich in älterem Gebirge, Eisen-, Kupfer- und Bleierze, Schwefel- und Kupferkiese, Blende, auch Galmei u. dgl. m. Die Ausfüllung eigentlicher Lager besteht: 1. selten aus dem nutzbaren Mineral allein, am häufigsten ist dies noch bei Eisenerzen der Fall; 2. häufiger sind Lagerarten, taube Gebirgsmassen, Träger und Begleiter der nutzbaren Fossilien; 3. das Lager besteht aus Schichten des Gebirgsgesteins, in denen sich nutzbare Mineralien in bauwürdiger Menge angehäuft haben, eine Erscheinung, die fast mit den Erzimprägnationen des Nebengesteins und den Fahlbändern bei den Gängen zusammenfällt; anzureihen ist den Lagern das Vorkommen, wo 4. die Masse im Allgemeinen die des Nebengesteins ist, aber einzelne Bestandtheile zurückgetreten oder andere hinzugekommen sind, wie Dachschiefer, Tafel-, Alaun- und andere Schiefer; hier besteht der Unterschied der Lager gegen Flötze darin, dass sich bei letzteren die Masse wesentlich vom Nebengestein unterscheidet. Als Beispiele zu dem unter 3. geschilderten Auftreten von Lagern sind zu erwähnen: a) das Vorkommen der Kupfererze im Zechstein bei Stadtberge;[38]) b) das bekannte Knottenerzlager am Bleiberge bei Commern in der Eifel, Schichten des Buntsandsteins erfüllend,[39]) dem das Bleierzvorkommen am Maubacher Bleiberge im Kreise Düren anzureihen ist;[40]) c) bei Walkenraedt führt die liegendste Schieferthonschicht des Steinkohlengebirges auf (1000 bis 1200 Lachter) 2000 bis 2500 Meter Bleierz und Blende, ein

[38]) von Dechen: „geognost. Uebersicht des Reg.-Bez. Arnsberg“ in Verhandl. des naturhist. Vereins der preuss. Rheinlande u. Westfalens. XII. Jahrg. S. 165.

[39]) Diesterweg: Bleierzlagerstätten bei Commern in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 14. B. S. 159.

[40]) Dr. Ad. Gurlt in den Sitzungsberichten der niederrhein. Gesellschaft in Bonn, in den angeführten Verhandl. XVIII. Jahrg. S. 56.

[41]) Braun, über die Galmeilagerstätte des Altenbergs, Zeitschr. der deutsch. geol. Ges. Bd. IX. S. 357.

Vorkommen, welches in Verbindung mit den dortigen Contactlagern auftritt;[41]) d) stellenweise hat auch das Vorkommen des Bleiglanzes auf Friedrichsgrube in Oberschlesien etwas Aehnliches, insofern derselbe ausser in einer compakten Flötzbank noch auf mannigfache Art, unter anderen eingesprengt im Dolomit vorkommt.[42]) Hierher gehören auch e) die lagerförmigen Imprägnationen von Schwefelerzen im Thonglimmerschiefer von Grasslitz im böhmischen Erzgebirge.[43])

Bei selbstständiger Masse des Lagers, namentlich bei den beiden ersten Arten der Ausfüllung, treten, wie bei den Gängen, mancherlei Texturen auf; die krystallinische Tendenz bleibt aber mehr auf die älteren Formationen beschränkt und ist überhaupt weniger ausgesprochen, als bei den Gängen. Symmetrisch vertheilte, correspondirende Lagen, wie wir sie bei den Gängen kennen lernten, fehlen hier; dagegen finden sich auch wohl Anhäufungen der Erze vorzugsweise in gewissen Regionen der Mächtigkeit nebst Unterschieden der Erze in derselben Richtung. Hiermit in Verbindung steht die Veränderung der Erze nach Menge, Art und Gehalt mit der Tiefe, auch wohl im Streichen, dazu treten secundäre Bildungen, Umänderungen der Erze nach ihrer ersten Niederlage, in oberen Höhen der Lagerstätte. Im Innern der Masse erscheinen Zerklüftungen, taube Gesteinsblätter, aber niemals Erzbringer und Erzräuber, wie bei den Gängen. Auch finden sich wohl Rutschflächen in der Begränzung, so wie im Innern der Masse, welche von Einwirkungen auf das Gebirge nach der Ablagerung der Lagerstätte herrühren. Einschlüsse vom Nebengestein sind selten und eigentlich mit der gleichzeitigen Entstehung desselben und der Lagerstätte nicht zu vereinigen. Imprägnationen des Nebengesteins treten häufig auf, werden aber hier unpassend mit diesem Namen belegt, weil nicht, wie bei den Gängen, die Erze nachträglich in das Nebengestein eindringen, sondern mit diesem gleichzeitig sich niederschlagen. Glatte Ablösungen der Erzlagerstätte gegen das Nebengestein werden zwar beobachtet, aber nicht eigentliche Bestege.

Treten die Erzlager an der Gränze zweier Gebirgsglieder auf, so sind sie häufig als Contactlager zu bezeichnen, womit sich der Zweifel an gleichzeitiger Bildung, beziehungsweise die Anschauung verbindet, dass die jetzige Beschaffenheit der Masse durch spätere Veränderungen gebildet ist; oder die Lager erscheinen alsdann im causalen Zusammenhange mit dem Vorkommen anderer Gesteine, z. B. Rotheisenstein und Eisenglanz in der Gegend von Brilon mit Syenitporphyr; desgleichen in Nassau mit Labradorporphyr, Schalstein, Mandelstein; Galmei mit Kalk und Dolomit, so in Oberschlesien mit Muschelkalk und Dolomit, bei Aachen zwischen devo-

[42]) v. Carnall: „der Strebbau auf der Bleierzgrube Friedrich bei Tarnowitz“ in Zeitschr. für das Berg-, Hütten- u. Salinenwesen in d. preuss. Staate. Bd. I. B. S. 5.

[43]) v. Cotta im neuen Jahrbuch von Leonhard u. Geinitz. Stuttgart 1869. S. 488; berg- u. hüttenm. Ztschr. v. Kerl u. Wimmer. Leipzig 1869. S. 82.

nischem Kalk und den darüber liegenden Schiefern oder zwischen Kohlenkalk und Steinkohlengebirge, bei Iserlohn zwischen Lenneschiefern und dem darüber liegenden Kalk, in Asturien in kalkigen Kreidegebilden oder zwischen diesen und dem Jura; Minérai violet von Vezay bei Namur zwischen devonischem Kalk und Schiefergebirge; Kupfer- und Eisenkiese an der Gränze von Chlorit- und Glimmerschiefer bei Salzburg.[44])

Steinsalzlager zeigen häufig regelmässige Absonderungen in der Lagerebene (Bänke) und Einschlüsse von Thon, Gyps, Anhydrit, die oft zu wahren Bergmitteln werden; oft sind sie so regelmässig, auch mehrfach über einander wiederholt, wie in Lothringen, in England bei Northwich und an anderen Orten, dass sie die Benennung von Flötzen verdienen.

Flötze. Charakteristisch für die Flötze ist, dass sie sich oft vielfach über einander in der Gebirgsformation, in welcher sie auftreten, wiederholen, besonders ist dies in der alten Steinkohlenformation der Fall; so kennt man bei Mons 117 bis 122 bauwürdige Steinkohlenflötze über einander, an der Ruhr in Westfalen ca. 60,[45]) bei Saarbrücken 74 bis 85 Flötze;[46]) aber sie erscheinen auch in geringerer Zahl oder auch nur in einem Flötze, wie das Kupferschieferflötz im Mansfeldischen. Die Flötze sind meist sehr regelmässig abgelagert, in ursprünglicher Lage söhlig oder flachfallend bis 15, höchstens 20 Grad, doch zeigen sich auch steile Aufrichtungen, womit sich dann auch stets Störungen (Verwerfungen u. s. w.) verbinden, welche indess auch bei flachem Fallen nicht ausgeschlossen sind. Hier treten zuerst auch die Faltungen auf, welche natürlich die Gebirgsschichten theilen, wobei zu bemerken ist, dass dieselben sich auf geschichtetes Gebirge beschränken; besonders zahlreich aufgeschlossen sind derartige Faltungen durch den Steinkohlenbergbau, durch den es überhaupt erst möglich geworden ist, von dieser Architektur der Schichten eine klare Vorstellung zu erlangen; indess beschränkt sich diese Erscheinung keineswegs auf die Steinkohlenformation, sie wird in älteren und jüngeren Formationen beobachtet, auch manche Braunkohlenflötze zeigen Faltungen, immer aber doch in geringerem Maasse, als die Steinkohlen, wofür der Grund wohl in der bei Weitem jüngeren Entstehung der sonstigen Flötzvorkommen liegt.

Natürliche Form der Lagerung geschichteter Gebilde ist überhaupt die Mulde, welche sich durch schwache Neigung der Flügel als ursprünglich zu erkennen giebt; mehrere Mulden können schon bei der Ablagerung durch flache Erhebungen (Sättel) in Verbindung gestanden haben. Bei gefalteter Architektur sind die Schichten und mit ihnen die Flötze — ob durch Zusammenschieben oder Stauchen ist gleichgiltig — bei gleichzeitiger Aufrichtung in einen kleineren Raum zusammengedrängt worden; dadurch

[44]) Erzlagerstätten bei Salzburg in österr. Ztschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1869, S. 282.

[45]) Lottner: geognost. Skizze des westf. Steinkohlengeb. Iserlohn 1859.

[46]) Erläuterung zur Flötzkarte des Saarbrücker Steinkohlendistrikts. Gotha. Justus Perthes. S. 46.

ist eine an manchen Stellen überaus weitgehende Wiederholung von Erhebungen und Senkungen derselben Schicht, von secundären Mulden und Sätteln entstanden, deren Erscheinungen in den verschiedenen Localitäten eigenthümliche Formen darbietet, welche in belehrender Weise im Steinkohlengebirge an der Ruhr, im Wormrevier, bei Mons u. a. O. zu beobachten sind. Die Wirkungen der auf die Schichten thätigen Kraft zeigen sich einerseits in einem Auf- und Abbiegen der Falllinien, andererseits aber auch in einem Hin- und Herbiegen der Streichlinien, wobei aus besonderen, hier nicht im Detail zu erläuternden Umständen ein vollständiges Zurücklaufen der Streichlinie eintritt, ähnlich wie bei ursprünglicher Beckenform. Eigenthümliche Modificationen entstehen durch spätere Einwirkungen, z. B. durch Abtragen von Massen bei Entstehung der Tagesoberfläche oder bei der Ablagerung jüngerer Formationen, wodurch sich auch sogen. Luftsättel bilden.[47])

Trotz der gefalteten Lagerung ist es möglich, ein und dasselbe Flötz auf weite Strecken zu verfolgen und selbst ohne direkte Anschlüsse in von einander entfernten Grubenfeldern zu identificiren. Wenn auch die petrographische Beschaffenheit des Flötzes, seine Mächtigkeit, seine Struktur hierfür Fingerzeige abgeben, so ist es doch besonders die Beschaffenheit des Nebengesteins, die darin vorkommenden Versteinerungen, das Auftreten von hervorragend ausgebildeten Schichten, welche für den Bergmann von höchster Wichtigkeit sind, um ein bestimmtes Flötz wieder aufzufinden. Beispielsweise dient in Westfalen eine charakteristisch ausgeprägte Conglomeratschicht als Leiter für eine bestimmte Flötzgruppe der Steinkohlenformation;[48]) in Shropshire und Süd-Staffordshire hat man durch ein Eisensteinflötz die Steinkohlenflötze zu identificiren.[49]) Ueberhaupt ist es für den Steinkohlenbergbau insbesondere von grösster Bedeutung, die geometrische Lagerung der Flötze, ihre und des Nebengesteins mineralogische Beschaffenheit und die Natur der Versteinerungen in den Flötzen und im Nebengestein genau zu studiren, um ein genaues Bild von der Ablagerung zu erhalten und motivirte Pläne zur Ausgewinnung der Lagerstätten aufzustellen.[50])

Wie bei Lagern kommt auch bei Flötzen Imprägnation des Nebengesteins mit der Substanz der Flötze vor, sowohl mit metallischen Mineralien, als auch mit kohligen Substanzen, wobei die Steinkohlen dem Nebengestein schwärzliche Färbung geben; die Erscheinung ist hier ebenso, wie bei den Lagern, als eine ursprüngliche, mit der Ablagerung der Schichten

---

[47]) Die specielle Betrachtung der Mulden und Sättel ist von Lottner in einer besondern Vorlesung über die Lagerstätten verfolgt worden.

[48]) Lottner a. a. O.

[49]) The Mining Journal. London 1868. p. 349.

[50]) Renier-Malherbe: des caractères géologiques propres au raccordement des couches de houille in Annales des travaux publics de Belgique. Bruxelles. t. 25. p. 191.

gleichzeitig eintretende zu deuten und ganz verschieden von derjenigen bei Gängen.

Wichtig ist die innere Struktur der Flötze. Es findet parallel der Ablagerungsfläche eine Zertheilung des Flötzes in Bänke oder Packen statt, indem sich die einzelnen Bänke entweder nur durch glatte Ablösen oder durch Einlagerung von Bergmitteln (Scheeren) getrennt finden; andererseits zeigen sich innere Zerklüftungen der Flötzmasse, welche sich durch Ablösungsklüfte nach der Mächtigkeit der Lagerstätte bemerkbar machen und bei der Gewinnung für den Bergmann von besonderer Wichtigkeit sind, man nennt solche Klüfte Schlechten, im Mansfeldischen wohl Bahnen.

Trotz der im Allgemeinen grösseren Regelmässigkeit der Flötze sind doch auch Veränderungen in der Mächtigkeit nicht selten, wie Anschwellungen (Wülste), Verschmälerungen, Verdrückungen, Auskeilungen, sowie Abschneiden bei discordanter Lagerung gegen das Grundgebirge, welche Erscheinungen von denen bei den Lagern besprochenen nicht abweichen.

Ein Begegnen von zwei Lagern und Flötzen, ähnlich wie bei den Gängen, ist unmöglich, dagegen tritt wohl der Fall der Gabelung ein, indem sich ein Gesteinmittel keilförmig in das Flötz einlegt und die Bänke des Flötzes von einander trennend, zwei Flötze erscheinen lässt; ebenso können zwei Flötze durch Verschwächung und allmäliges Verschwinden des zwischen ihnen liegenden Bergmittels sich zu einem Flötze vereinigen.

Am folgenschwersten werden auch hier diejenigen Störungen des normalen Verhaltens, welche mit einer Trennung und Dislocation der Lagerstätte und des umschliessenden Gebirges verbunden sind, die Verwerfungen (im weitestenn Sinne), deren richtige Erkenntniss gerade durch den Flötzbergbau ausserordentlich gefördert worden ist. Sie sind immer durch Aufreissen von Spalten entstanden, die theils den Charakter wahrer Gänge, wie sie oben betrachtet sind, zeigen, theils sich als Klüfte, erfüllt mit tauben lettigen Massen, darstellen, wie z. B. gewöhnlich im Steinkohlengebirge. Im Allgemeinen ist anzunehmen, dass bei der Dislocation eine Bewegung nach der oder nahezu in der Falllinie des verwerfenden Ganges oder der verwerfenden Kluft stattgefunden hat, wobei aber zwei verschiedene Modalitäten eintreten. Das Stück im Hangenden liegt 1. höher, wo man es mit einem Wechsel, einer Ueberschiebung zu thun hat, 2. es liegt tiefer, wo man die Erscheinung Sprung, Verwerfung im engeren Sinne nennt. Der erste Fall scheint häufig mit der Entstehung von Faltungen in Zusammenhang zu stehen, der zweite ist gewöhnlich nach der Faltung entstanden zu denken. Beide Modalitäten kommen auch bei Gängen vor, natürlich ohne Beziehungen auf Faltungen; in Flötzformationen ist der zweite Fall der häufigere.

Complicirt für den bergmännischen Betrieb wird das Phänomen am meisten, wenn gefaltete Architektur vorhanden ist. Es genügt hier, die Ausrichtungsregeln aufzustellen, da das Detail später folgt. Als Regel gilt:

1. für den Sprung: befindet man sich auf dem hangenden Gebirgsstück, d. h. fällt die Kluft zu, so sucht man jenseits der Kluft die Lagerstätte im Hangenden auf, bei umgekehrter Situation im Liegenden;
2. für die Ueberschiebung: vom hangenden Gebirgsstücke aus wendet man sich ins Liegende.

Die erste Regel versagt nur dann, wenn der Verwerfer steiler fällt, als die verworfene Lagerstätte, ein Fall, der bei Flötzen und Lagern kaum, wohl aber bei Gängen zu erwarten ist.

Endlich ist hier noch des Einflusses plutonischer Massen zu gedenken, die, in Gangform eingedrungen, Verwerfungen hervorrufen können, aber auch wohl nur verändernd auf die Substanz der Lagerstätte einwirken, wie z. B. Spatheisenstein in Magneteisenstein, Steinkohle in koksartige Massen verwandeln und zerklüften, ähnlich Braunkohle umwandeln.

## II. Massige Lagerstätten.

### a. Stöcke.

Unter Stöcke versteht man Mineralmassen, welche, verschieden von dem umgebenden Gestein, entweder unregelmässige, sphäroidische, elliptische oder zackige Gestalt besitzen, oder zwar, noch mehr oder weniger erkennbar, plattenförmig oder linsenförmig sind, eine Ausdehnung nach einem gewissen Streichen und Fallen erkennen lassen, aber eine grosse Mächtigkeit, besonders nach der Mitte hin, zeigen. Manche Schriftsteller nennen nur die ersten Formen Stöcke, in welchem Falle dann auch noch stehende (Gang-) und liegende (Lager-) Stöcke unterschieden werden. — Stockförmig, dabei besonders regelmässig, gedrängt, in geraden Linien, parallel der Schichtung geordnet, sind die Erzstöcke in Schweden, Finnland, Norwegen, z. B. Arendal.[51]) — Als stehender Stock gilt der Stahlberg bei Müsen, Spatheisenstein enthaltend, dessen grösste Länge (80 Lachter) 167 Meter von Norden, wo eine Zertrümmerung in 3 bis 6 Trümmer stattfindet, nach Süden, wo er durch den sogen. faulen Stuff, eine (12 bis 14 Lachter) 25 bis 29 Meter mächtige Lage abgeschnitten wird; das Fallen des Stocks ist nach Osten, das der Trümmer nach Westen; die Mächtigkeit beträgt gewöhnlich (10 bis 12 Lachter) 21 bis 25 Meter, zwischen den Trümmern (30 bis 45 Lachter) 63 bis 94 Meter. — Als liegender Stock wird der Rammelsberg im Harz[52]) angesehen, dessen grösste Länge ca. (300 Lachter) 628 Meter beträgt, die grösste Mächtigkeit (24 Lachter) 50 Meter; er ist bekannt bis (130 Lachter) 272 Meter Tiefe, aber schon bei ca. (62 Lachter) 130 Meter gegabelt; er enthält Schwefel-

---

[51]) Mosler in Mittheilungen über Bergbau und Hüttenbetrieb in Norwegen und Schweden in der Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. XIV. B. S. 126.

[52]) v. Cotta: „über die Kieslagerstätte am Rammelsberg bei Goslar“ in berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl und Wimmer 1864. S. 369 f.

kies, Kupferkies, Bleiglanz, Blende. — Der berühmte Magneteisenstock von Dannemora in Schweden hat eine Mächtigkeit von 20 bis 60 Meter und eine Erstreckung in die Tiefe von 200 Meter; der Hauptstock ist in der Form einer gedrückten Säule ähnlich.[53] — Hierhin gehört auch das Vorkommen von Magneteisenstein von Krux bei Schmiedefeld am thüringer Walde;[54] ferner der liegende Stock von Salair in Sibirien, welcher silberhaltige Schwefelmetalle in Schwerspathmasse enthält.[55] — Der äusseren Erscheinung nach möchten hierher zu rechnen sein die Erzlagerstätten von Schlangenberg am Altai, obwohl sie bei näherer Untersuchung doch wohl als eigentliche Gänge anzusehen sind.[56]

In stockförmigen Lagerstätten treten vorzugsweise auf: Schwefelkies, Kupferkies und andere Kupfererze; Magnet- und andere Eisensteine, besonders Spatheisenstein, auch Eisenglanz auf der Insel Elba; in jüngeren Formationen: Bleiglanz, Galmei, Brauneisenstein, Steinsalz, Schwefel. Auch stockförmige Steinkohlenmassen sind bekannt, wie in Frankreich zu Creuzot (31 Lachter) 65 Meter und Montchanin (12 bis 36 Lachter) 25 bis 76 Meter mächtig.[57]

Eigenthümlich ist das Vorkommen von Salzthon in den östlichen Alpen bei Hallstadt, Aussee, Ischl, Hallein, Berchtesgaden; es sind thonige Massen mit Gyps und Anhydrit, imprägnirt und durchzogen von Steinsalz, auf welches der bekannte Sinkwerksbau geführt wird; es mag dahin gestellt bleiben, ob diese Vorkommen zu den stockförmigen zu rechnen sind. — Als stockförmige Steinsalzmasse ist besonders die von Cordova in Catalonien zu erwähnen, in zwei an der Basis zusammenhängenden Massen aufragend, auf welche Tagebau geführt wird; auch in Siebenbürgen sind Steinsalzstöcke bekannt.

In der Anordnung der Ausfüllungen findet sich dieselbe Verschiedenheit, wie bei den Gängen und Lagern; sie erscheinen derb, breccienartig, in Nestern und Linsen vertheilt, lagenweise angeordnet, natürlich niemals correspondirend und symmetrisch. Ebenso findet man verschiedene Erze in verschiedenen Theilen und Niveaus des Stocks, z. B. im Rammelsberg am Liegenden und nach Westen Bleiglanz, Schwefelkies, Kupferkies und Blende, dagegen nach Osten Schwefelkies innig gemengt mit 18 bis 20 Procent Kupferkies. Linsenförmige Massen bildet der Magneteisenstein von Dannemora. Zerklüftungen der Masse im Innern setzen nicht in das Nebengestein, wie die sogen. Steinscheiden im Rammelsberge, die rhombo-

[53]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1871. S. 332.

[54]) Krug v. Nidda: „geogn. Bemerkungen über d. thüring. Wald“ in Karsten u. v. Dechen Archiv. Neue Folge. Bd. 11. S. 13.

[55]) v. Cotta in berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1869. S. 201.

[56]) v. Cotta ebenda. S. 237.

[57]) v. Dechen „über die Steinkohlenreviere in den Depart. der Loire und der Saône u. Loire in Karsten u. v. Dechen Archiv. Neue Folge. Bd. 17. S. 479 f.

drischen Absonderungen in den scandinavischen Magneteisensteinlagerstätten[58]) beweisen.

Fremde Massen finden sich häufig in Stöcken, so die lettigen Umhüllungen beim Galmei und Bleiglanz, taube Gesteine bei anderen Erzen.

Meistentheils sind die Stöcke gegen das Nebengestein scharf abgeschnitten, doch findet auch ein Uebergang in dasselbe statt, ähnlich wie es bei den Gängen geschildert ist.

Stöcke treten gern an der Gränze von Gebirgsgliedern auf, z. B. die Eisenerzstöcke an der sogen. Mommel und am Stahlberge, im Thüringer Walde zwischen Granit und Kalk, die Galmeistöcke in Westfalen zwischen Kalkstein und Lenneschiefer. Sie wiederholen sich zuweilen in demselben Gebirgsgliede, meist ohne Ordnung oder doch nur dann regelmässig, wenn sie an Gebirgsscheiden gebunden: ein besonders regelmässiges Auftreten ist das oben erwähnte in Scandinavien.

### b. Stockwerke.

Stockwerke sind Gebirgsglieder, welche von nahe neben einanderliegenden, sich schaarenden und kreuzenden Gängen von geringer Mächtigkeit oder von anderen Spalten durchzogen sind; auch finden sich Erze in der ganzen Masse imprägnirt. Sie sind verschieden von dem umgebenden Gestein und treten im älteren Gebirge oder in eruptiven Gesteinen auf. Als Erze führen sie vorzugsweise Zinnstein; im Granit zwischen Thonschiefer zu Carclaze in Cornwall, im Felsitporphyr zwischen Syenitporphyr und Gneis zu Altenberg im Erzgebirge,[59]) im Granit zwischen Gneis zu Geier,[60]) Schlackenwald im Erzgebirge.[61])

## III. Andere unregelmässige Lagerstätten.

### a. Nester und Nieren.

Nester und Nieren sind im Allgemeinen kleinere Mineralmassen von mehr oder minder regelmässiger Gestalt, die selbstständig in einem Gebirgsgliede auftreten, gewissermassen Stöcke im Kleinen.

Einzelne nennen Nester die mehr linsen- oder schalenförmigen, Nieren die mehr gerundeten Gestalten (Mugeln), oder erstere solche, die ins Nebengestein verlaufen, letztere, die dies nicht thun, oder erstere solche, welche vorzugsweise Erze, letztere, welche auch andere Mineralien enthalten. Besser ist vielleicht, den Ausdruck Nieren auf solche Formen

---

[58]) Hausmann: „Reise durch Scandinavien". Bd. 4. S. 78.

[59]) Müller: „Die Bildung der Zinnstockwerke im östl. Erzgebirge" in der berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl und Wimmer. 1865. S. 178. — v. Cotta: „Die Lehre von den Erzlagerstätten". Bd. II. S. 14.

[60]) v. Cotta ebenda. Bd. II. S. 28.

[61]) Rücker: „Beitrag zur Kenntniss des Zinnerzvorkommens bei Schlaggenwald" im Jahrb. der k. k. geol. Reichsanstalt. Bd. XIV. S. 311.

zu beschränken, welche später durch Contraktion sich um bestimmte Centra der Anziehung gebildet haben, wie z. B. die Sphärosideritnieren im Schieferthon des Steinkohlengebirges.

Die Anordnung der Nester ist gang- und lagerartig, die der Nieren, beim Festhalten der letzten Definition, flötzförmig; die Nester können also auch als Lager, Stöcke u. s. w. mit nesterweiser Vertheilung des Minerals erscheinen.

b. Butzen.

Butzen oder Werke sind rings vom Gestein umschlossene oder von der Oberfläche niedergehende Räume und Gebirgseinschnitte, höhlen-, spaltenartig, trichterförmig, kurz von mannigfachen Gestalten, wofür das französische Wort gîtes en poches, das englische pockets bezeichnend ist; sie sind erfüllt mit fremden Mineralmassen, meist von der Zerstörung früherer Lagerstätten herrührend. Es sind thonige und lettige Hauptmassen, in denen sich Erze vertheilt finden; oft sind die Räume aber auch ganz leer. Vorzugsweise treten Bohnerze auf z. B. in Istrien, Krain, Croatien, Dalmatien, in Würtemberg im Muschelkalk und Jura, in Frankreich im Jura; auch Thoneisenstein findet sich. Hierher gehören auch die Bleierzlagerstätten des Mississippithales im untersilurischen Kalk, der von Schiefern überlagert wird. Die Butzen sind wohl häufig nichts Anderes als Höhlenausfüllungen, so dass sie sich am häufigsten im Kalk- und Dolomitgebirge namentlich der Juraformation wegen dessen Neigung zu Höhlenbildungen finden.[62]) Man nennt indess auch wohl Butzen jede grössere Anhäufung von Nestern und Nieren im älteren Gebirge.

## B. Aufgelagerte Lagerstätten.

Die aufgelagerten Lagerstätten sind jüngerer und jüngster Entstehung, sie finden sich auf oder nahe an der Oberfläche. Es gehören dahin die Seifen und die oberflächlichen Lagerstätten.

I. Seifen (Trümmerlagerstätten).

Zu den Seifen führen gewissermassen die Butzen hinüber, weil sie, wie die Seifen, mit Zerstörungsprodukten erfüllt sind. Die Seifen sind Anhäufungen von Mineralien, welche, durch Verwitterung, Ab- und Zuschwemmung aus anstehenden Gebirgsmassen und Lagerstätten hervorgehend, sich an einer abgesonderten Stelle abgelagert haben; sie bestehen daher aus Gemengen von Bruchstücken der verschiedensten Art und Grösse, aus grossen Blöcken bis herab zum feinsten Sande, Lehm, Thon, in welchen Erze sehr verschiedenartig vertheilt sind. Die Seifen lassen sich als Aufbereitungen im grossen Massstabe betrachten. Sie finden sich oft nahe bei den anstehenden Lagerstätten, oft weit davon entfernt, oft ist der Ur-

[62]) v. Cotta: „Die Lehre v. d. Erzlagerstätten". Bd. II. S. 191, 390, 392.

sprung gar nicht nachzuweisen; an vielen Punkten sind sie reicher, als das ursprüngliche Gebirge. Zuweilen werden sie wieder von andern Massen, wie Torf, Lehm, Sand, Gerölle bedeckt; sie scheinen nicht älter als von diluvialer Bildung zu sein, an einzelnen Punkten ist ihre Bildung abgeschlossen, an anderen dauert dieselbe noch fort; am häufigsten finden sie sich in Thälern, Schluchten, Flussbetten, an Thalgehängen, in grossen Ebenen. Man unterscheidet: Metall-, Erz- und Edelsteinseifen. Es findet sich:

Gold: im Kleinen in den Alluvionen von Flüssen, wie Isar, Inn, Edder, Rhein, Mawddach in Nordwales[63]) u. s. w., grossartig am westlichen Ural, am Altai, in Australien, Brasilien, Californien, Spanien, Siebenbürgen, Ungarn, früher auch in Böhmen, in Norwegen im Gebiete des Toma Elv;[64])

Platin: früher fast nur in Südamerika bekannt, zugleich mit Körnern von Chrom-, Titan- und Magneteisen, seit 1822 auch am östlichen Ural aufgefunden, auch in Brasilien, Haiti, Borneo, am Altai, in Nord-Carolina;

Kupfer: in Brasilien, China;

Zinnstein (streamworks), von allen Erzen am häufigsten in Seifen auftretend: auf der Halbinsel Malacca, auf Banca, in Australien, in Cornwall (Penzance), in der Bretagne, in Sachsen, in Böhmen; hier überall im Gebiet oder in der Nähe von Granitpartien, in denen zinnführende Gänge aufsetzen;

Eisenerz: auf Elba in der Nähe der bekannten, anstehenden Massen des Eisenglanzes; ein vereinzelter Fall in Westfalen in der Nähe von Menden;

Edelsteine: in Brasilien, Ostindien, auf Ceylon.

### II. Oberflächliche Lagerstätten.

Die oberflächlichen Lagerstätten unterscheiden sich von den Seifen dadurch, dass sie an Ort und Stelle (in situ) gebildet sind. Sie füllen ohne Regelmässigkeit Vertiefungen und Höhlungen des Terrains aus und sind mit mehr oder minder mächtigen Schichten von Dammerde bedeckt; sie verbreiten sich ohne bestimmtes Aushalten über grössere oder geringere Strecken und bilden ein zerstreutes oder nesterweises Vorkommen. Es gehören hierher:

Raseneisensteinablagerungen: Dieselben sind das Resultat der Niederschläge aus eisenhaltigen Quellen, welche gewöhnlich mit Pflanzenstängeln, Sand u. s. w. vermischt sind; sie liegen bald auf feinem Sande, bald auf Thon oder lettigen Massen. Die Erze sind gallig, löcherig, porös, enthalten phosphorsaure Eisenverbindungen (Vivianit) und werden unterschieden in Wiesenerz, Sumpferz und Morasterz. Ihre Bildung findet noch heute statt; sie finden sich in der Lausitz, Niederschlesien, Provinz Brandenburg, Pommern, Preussen, Westfalen, Mecklenburg, Polen, Litthauen, Russland u. s. w.

---

63) „Der Berggeist". Köln 1868. S. 224.

64) Leonhard und Geinitz neues Jahrbuch. Stuttgart 1868. S. 748.

Aehnlich ist das Vorkommen von Salzbildungen: krustenförmig als Niederschläge aus Salzseen, als Auswitterungen in Salzsteppen; hierher gehören die Salz- und Natronseen im südlichen Russland, Kleinasien, Persien, Egypten, die Ablagerungen von Natronsalpeter in Chili, Peru (Provinz Taraxaca).

Hier ist auch noch anzureihen das Vorkommen des Bernsteins, in Sand und Lehm eingebettet, an den Meeresküsten, namentlich der Ostsee, aber auch vereinzelt tief in Binnenländern.

Torfmoore, von denen jedoch manche ältere schon lagerartig sind. Dieselben stellen sich dar in der Form grösserer oder kleinerer Lager, welche Niederungen und Ebenen überdecken, den Grund der Thäler oder Gebirgsmulden erfüllen oder sich an den Abhängen des Gebirges hinziehen und dieselben sattelförmig überkleiden. Sie bestehen aus den Resten vermoderter Pflanzen, erzeugen sich unter günstigen Umständen wieder und lassen dann eine regelmässige Bewirthschaftung zu. Die Mächtigkeit beträgt zuweilen nicht mehr als (1 Fuss). 314 Millimeter, zuweilen aber bis (10 Fuss) 3,138 Meter und mehr; bei grösserer Mächtigkeit finden sich wohl mehr oder minder deutliche Zwischenlagen, welche dem Ganzen eine Art geschichtetes Ansehen geben, dieselben sind entweder Torfsubstanz von anderer Beschaffenheit als die darüber und darunter liegende, oder es sind mineralische Substanzen, dann aber in der Regel nicht sehr dick. Bei Mühlberg in Thüringen wechsellagert Torf mit Kalktuff, bei Mühlhausen findet sich eine (50 Fuss) 15,693 Meter starke Decke von Diluviallehm über dem Torf,[65]) während andere Moore nur mit leichten Decken von Sand versehen sind oder ganz frei liegen.

Die meisten Torfmoore der Jetztzeit verrathen sich durch sumpfige Beschaffenheit der Bodenoberfläche, auch durch Pflanzen besonderer Art. Man unterscheidet nach den Pflanzen: Moos-, Schilf- oder Rohr-, Papier-, Holz-, Meer- oder Tangtorf; nach der Consistenz: Pechtorf, Sumpf- oder Baggertorf, Rasentorf, Fasertorf.

— — · — —

## Störungen.

Nachdem die verschiedenen Lagerstättenformen betrachtet sind, bleibt noch übrig diejenigen Erscheinungen zu erörtern, welche eine Veränderung in der Lage der Lagerstätte hervorrufen. Man versteht nach allgemeinstem Begriff unter Störungen jede Abweichung vom normalen Verhalten der Lagerstätte, so dass von Einzelnen auch Aufrichtungen und Faltungen als Störungen angesehen werden. Scheidet man diese als Formen der Gebirgsarchitektur aus, so werden dann wohl unterschieden: primitive und secundäre Störungen, wofür man aber besser sagt: alleinige Störungen

[65]) v. Cotta: „Die Lehre v. d. Flötzformationen". S. 44. — Dr. Senft: Die Humus-, Marsch-, Torf- und Limonitbildungen".

der Lagerstätte und Störungen des ganzen Gebirges, mithin auch der eingeschlossenen Lagerstätte. Dieser Unterschied ist indess wenig stichhaltig, da viele der sog. primitiven, oben schon betrachteten Störungen, z. B. Veränderung in der Mächtigkeit, Verdrückung, Auskeilung u. s. w. mit Gebirgsstörungen nicht selten zusammenhängen.

Unter den Gebirgsstörungen sondern sich diejenigen als besondere Klasse ab, welche durch das Eindringen plutonischer Massen direkt hervorgebracht sind; diese sind im Allgemeinen weniger gesetzmässig. Die dann noch verbleibenden Störungen können allerdings auch in causalem Zusammenhange mit Eruptivmassen stehen, oft ist ein solcher aber gar nicht nachzuweisen, und das Phänomen hat überhaupt etwas mehr Selbsständiges, nämlich: Trennung des Zusammenhanges durch Aufreissen von Spalten und Dislocation, beziehungsweisse Veränderung der Lage der getrennten Gebirgstheile.

Hierdurch ist ein Zusammenhang mit den Gängen von selbst angedeutet, und in Rücksicht auf plattenförmige Lagerstätten sind zu unterscheiden: Gangverwerfungen und Verwerfungen von Lagern und Flötzen; unter letzteren sind wieder die Verwerfungen im Steinkohlengebirge am besten bekannt.

Die trennende Spalte ist entweder wirklich ein Gang und wird im Flötzgebirge dann auch wohl Rücken genannt, oder sie ist taub, erfüllt mit lettigen Massen u. dgl. m. und wird dann, mindestens beim Steinkohlenbergbau, Kluft, sowie die ganze Erscheinung im weitesten Sinn Sprung genannt. Dass solche Klüfte bisweilen im Fortschreiten vollständigen Gangcharakter annehmen, ist bereits oben S. 28 erwähnt. Uebrigens schwanken die angeführten Ausdrücke in verschiedenen Gegenden sehr:

In Niederschlesien sind Sprünge vornämlich Verwerfungen nach dem Fallen, deren Klüfte also mehr streichend sind, Riegel mehr gangartige Bildungen mit Letten, Mandelstein, Bruckstücken des Nebengesteins ausgefüllt;

beim Saarbrücker Steinkohlenbergbau: Sprung, jede Trennung der Flötze mit oder ohne Verwerfung, Rücken, gangähnlich, mit Letten oder Bruckstücken des Nebengesteins ausgefüllt, Wechsel, Dislocation mit ziemlich parallelem Streichen;

beim Kupfererzbergbau von Riechelsdorf: Rücken, Verwerfungen über, Wechsel solche unter (5 Fuss) 1,569 Meter Höhe;

im Dresdener Steinkohlenbecken: Kämme, Gänge von ($^1/_4$ Ltr.) 0,523 Meter und mehr, Rücken von geringerer Mächtigkeit;

beim Zwickauer Steinkohlenbergbau: Setzen, gewöhnliche Verwerfungen, Vorschüsse, Gänge oder gangähnliche Bildungen;

in Westfalen: Sprung oder Verwerfung (Hauptverwerfung), Wechsel oder Ueberschiebung.

Von den verwerfenden Gängen ist hinsichtlich ihrer inneren Beschaffenheit und äusseren Erscheinung an dieser Stelle nichts mehr zu bemerken, vielmehr in dieser Beziehung auf die Ausführungen oben S. 17 ff.

zu verweisen. Die eigentlichen Klüfte (im Steinkohlengebirge) haben gleichfalls, wie die Gänge, lineare Erstreckung, und zeigen starke Neigung (obschon selten seiger) und zwar am häufigsten zwischen 50 und 70 Grad, selten unter 40 Grad, 10 bis 20 Grad sind ganz ungewöhnlich; im Allgemeinen ist die Mächtigkeit gering, (1 bis 20 Zoll) 26 bis 523 Millimeter und schwankt, namentlich in den verschieden harten Gesteinen, oft lässt sie sich nicht gut beobachten, wenn das Nebengestein angegriffen und aufgeweicht ist, wo dann häufig die Zerüttungen des Gebirges sehr breit sind. Wie bei Gängen, kommen locale Biegungen im Streichen und Fallen der Klüfte vor. Die Klüfte haben, wie die Gänge, Salbänder, welche besonders im Liegenden, oft gefurcht und spiegelnd sind; sie zeigen einen lettigen, kohligen Besteg und führen in ihrem Innern Flötzkeile, wie sie andererseits ihren Einfluss durch Veränderung der Kohle in ihrer Nähe kennzeichnen. Ausser Letten u. dgl. m. führen die Klüfte auch andere Mineralien als Ausfüllungsmasse, wodurch die Analogie mit Gängen noch mehr hervortritt, wie Schwefelkies, Wasserkies, Kupferkies in Funken, Knollen von Sphärosiderit, Bleiglanz, Zinkblende, Braun- Roth- und Spatheisenstein, Kalkspath, Schwerspath, Gips u. s. w.

An Stelle deutlicher Klüfte findet sich oft nur eine allgemeine Auflockerung des ganzen Gesteins, namentlich bei streichenden Störungen, z. B. bei Wechseln.

Eine weitere Analogie der Klüfte mit Gängen besteht in dem Auftreten zahlreicher Sprünge mit einander, welche Sprungfelder bilden, in dem Vereinigen von Klüften, von Haupt- und Nebensprüngen, endlich in dem Verwerfen der Sprünge unter einander. Die letztere Erscheinung ist jedoch im Ganzen sehr selten, es finden sich schöne Beispiele davon in Schlesien, sie entspricht vollständig einer Gangverwerfung, da die Flötze Schichten des Nebengesteins sind und schon jeder Gang für sich das Nebengestein dislocirt. Niemals hat man aber Durchsetzungen und Durchkreuzungen der Klüfte beobachtet, was auf die gleichzeitige Entstehung grosser Sprungfelder hindeutet. —

Für die theoretische Betrachtung lassen sich die Verwerfungen der Flötze durch Klüfte und Gänge mit der Verwerfung eines Ganges durch einen andern zusammen behandeln, obschon im letzteren Falle stets schon eine doppelte Zertheilung des Gebirges vorhanden ist; dieses Zusammenfassen ist um so eher möglich, als sich die Flötzerwerfungen wegen ihrer sehr verschiedenen Fallwinkel reicher an besonderen Fällen darstellen.

Die Theorie, abgeleitet aus den Beobachtungen, ist zuerst 1810 von Schmidt[66]) für Gänge ausgesprochen worden, nämlich: Bewegung des Gebirges in der Richtung der Falllinie des Verwerfers und daher (bei nicht seigerer Stellung desselben) die Möglichkeit:

a. dass das hangende Stück tiefer liegt, welcher Fall zunächst

---

[66]) Schmidt: „Theorie der Verschiebungen älterer Gänge". Frankfurt a. M. 1810.

allein von Schmidt betrachtet wurde und überhaupt sowohl bei Gang-, wie Flötzverwerfungen am häufigsten auftritt; er ist als eigentlicher Sprung oder Verwerfung zu bezeichnen;

b. dass das hangende Stück höher liegt; wegen des in den meisten Fällen eintretenden Doppeltliegens des Flötzes wird eine derartige Verwerfung Ueberschiebung, Uebersprung genannt, da dies aber nicht nothwendig damit verbunden sein muss, ist der Ausdruck Wechsel vorzuziehen; dieselben treten gern streichend im Flötzgebirge auf und hängen ohne Zweifel vielfach mit den Faltungen der Schichten zu Sätteln und Mulden zusammen.

c. Theoretisch gehören dann hierher noch die Seigersprünge, bei denen sich die Verwerfer indifferent nach beiden Seiten verhalten.

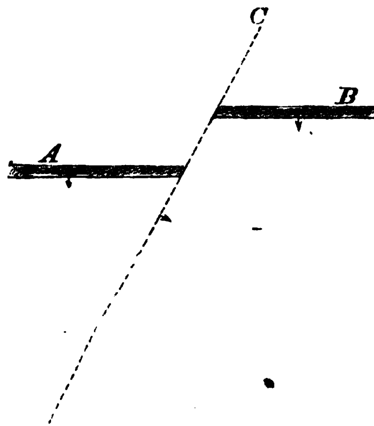
Um eine bestimmte Ausdrucksweise einzuführen, wird bei der ferneren Betrachtung der Verwerfer als Kluft behandelt, wobei man sich zu erinnern hat, dass er ein wirklicher Gang sein kann; die verworfene Lagerstätte wird als Flötz angesehen, kann aber auch bei entsprechender Neigung Gang sein; Kluft und Flötz werden zunächst als Ebenen gedacht. Mit Sprunghöhe wird die Entfernung correspondirender Punkte in der Richtung der Falllinie der Kluft bezeichnet; aus der Sprunghöhe s und dem Fallwinkel der Kluft $\beta$ ergiebt sich die Seigerhöhe $h = s \sin. \beta$; die absolute Grösse dieser Niveauveränderung ist natürlich überaus verschieden und geht bei den grössten derartigen Phänomenen weit über (100 Lachter) 200 Meter hinaus. Die Schnittlinien zwischen den getrennten Flötztheilen und der Kluft, die theoretisch als parallel zu denken sind, werden hier, ähnlich wie die Kreuzlinien bei Gängen, charakteristisch für die Erscheinung des Sprunges; sind sie geneigt, so tritt in vielen, und wohl in den meisten in der Natur vorkommenden Fällen als abgeleitetes Phänomen ein Seitwärtsliegen der getrennten Theile in der horizontalen Richtung ein. Diese Seitenverschiebung, deren Betrag sich nach den Fallwinkeln der Kluft und des Flötzes richtet, ist in früherer Zeit als das Wesentliche betrachtet worden. Wichtig für die Betrachtung ist der Sprungwinkel, womit der Winkel bezeichnet wird, welchen die Schnittlinie mit dem ins Liegende des Flötzstückes gehenden Theil der Streichlinie der Kluft macht. Zum Verständniss der Erscheinungen sind noch die Ausdrücke zu erwähnen: es findet Deckung nach dem Loth statt oder nicht, d. h. nach seigeren Ebenen, gelegt durch die Schnittlinien und Deckung nach dem Perpendikel oder nicht, d. h. nach Ebenen winkelrecht gegen die Flötztheile, wobei nur der Theil der Kluft zwischen den Schnittlinien in Betracht kommen kann.

Die allgemeine Eintheilung der Verwerfungen umfasst also nach dem Bisherigen: Sprünge, Wechsel, Seigersprünge; eine specielle Eintheilung wird am besten nach dem Verhalten des Streichens der Kluft gemacht, so dass im Anschluss an frühere Erörterungen zu unterscheiden sind: streichende, querschlägige (schwebende) und spiesswinkelige

Klüfte; die letzteren sind eigentlich in der Natur allein vorhanden, sie nähern sich aber vorwiegend entweder den streichenden oder querschlägigen. Hinsichtlich des Fallens hat man, wie dies auch schon bei den Gängen erörtert ist, zu unterscheiden rechtsinnig und widersinnig fallende Klüfte. Von dem praktischen Bergmann werden die Unterscheidungen gewöhnlich auf die Seitenverschiebung bezogen, indem er trennt: Sprung ins Hangende, Sprung ins Liegende, wobei, wenn genau bezeichnet werden soll, die Richtung der Auffahrung angegeben werden muss; diesen Doppelsinn vermeidet man beim Cornwaller Bergbau, indem man sagt Sprung nach rechts oder links.

In Fig. 13 ist AB die Lagerstätte, C die Kluft; kommt man von A, so hat

Fig. 13.




man einen Sprung ins Liegende, von B einen Sprung ins Hangende, dagegen in beiden Fällen einen Sprung nach links. Bei Gängen hat man wohl noch Verschiebungen und Niederziehungen unterschieden.

Nach diesen allgemeinen Unterscheidungsmerkmalen sollen die verschiedenen Fälle kurze Erwähnung finden.

### A. Sprünge.

#### I. Streichende Sprünge.

Die streichenden Sprünge kommen in der Natur nur angenähert vor, sie sind am besten in Querprofilen darstellbar. Die Schnittlinien liegen söhlig, der Sprungwinkel ist gleich Null, innerhalb des Verwerfers ist eine söhlige Ausrichtung der verworfenen Lagerstätte unmöglich.

#### a. Rechtsinnig fallend.

1. Der Verwerfer hat stärkeres Fallen, als die Lagerstätte, welcher Fall das eigentliche Niederziehen bei Gängen ausmacht: der liegende Theil

der Lagerstätte geht zu Tage, es findet keinerlei Deckung statt, die kürzeste Entfernung ist die Sprunghöhe.

2. Der Verwerfer hat schwächeres Fallen. Hier finden beide Deckungen statt, die querschlägige Ausrichtung ist kürzer, als die Sprunghöhe. Dieser Fall ist nur bei Gängen beobachtet.

### b. Widersinnig fallend.

Dieselben sind seltener, als die rechtsinnig fallenden; der tiefere Theil geht zu Tage, die Ausrichtung erfolgt querschlägig; niemals findet Deckung nach dem Loth statt, ob nach dem Perpendikel, ist abhängig von dem Winkel der Ebenen, bei denen der stumpfe der häufigere ist. Diese Sprünge werden von Einzelnen auch wohl Ueberschiebung genannt.

An die Betrachtung dieser Sprünge schliesst sich die der Zertrennung eines söhligen Flötzes an, wobei jeder Sprung als streichend erscheint; ebenso die eines seigeren Flötzes, wobei der Unterschied zwischen recht- und widersinnig aufhört und immer der Fall vorliegt, in welchem der Sprung ein geringeres Fallen hat, als die Lagerstätte.

## II. Querschlägige Sprünge.

Die querschlägigen Sprünge kommen in der Natur ebenso wenig rein ausgeprägt vor, wie die streichenden. Steht das Flötz nicht seiger, so sind die Sprungwinkel spitz, es sind keine Deckungen vorhanden, die Winkel zwischen den Ebenen sind immer kleiner, als ein rechter; die horizontale Entfernung der Schnittlinien ist die kürzeste Horizontale. Bei seigerer Neigung der verworfenen Lagerstätte würde keine Seitenverschiebung vorhanden sein, indess lässt sich bei Gängen aus der gegenseitigen Lage der verschiedenen Erzmittel dennoch das Vorhandensein einer Verwerfung erkennen.

## III. Spiesseckige Sprünge.

Die spiesseckigen Sprünge treten am häufigsten auf und nähern sich bald mehr den streichenden, bald den querschlägigen, letzteres ist aber, mindestens bei aufgerichteten Schichten, das Vorherrschende.

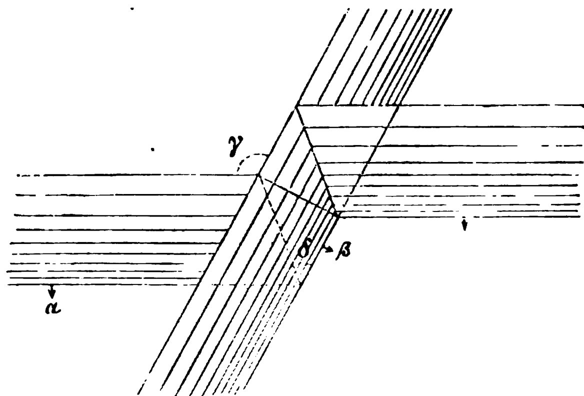
### a. Rechtsinnig fallend.

#### 1. Mit spitzem Sprungwinkel.

Die Eigenthümlichkeit des spitzen Sprungwinkels tritt im Allgemeinen ein, wenn der Verwerfer stärker fällt, als die Lagerstätte, wie bei Flötzen wohl immer der Fall sein wird. Diese Art von Sprüngen kommt daher am häufigsten vor. Es finden keine Deckungen statt; der Winkel der Streichlinie ist ein stumpfer. Die Grösse des Sprungwinkels ist wichtig für die Länge

der Seitenverschiebung. Diese ist im Allgemeinen (Fig. 14) $x = s \text{ cotg. } \delta$, also bei constantem s um so grösser, je kleiner $\delta$ und in raschem Ver-

Fig. 14.




hältniss, weil $\text{cotg. } \delta = \frac{\cos. \delta}{\sin. \delta}$; ist $\delta = 45^0$, so ist $x = s$. Da $\delta$ Funktion von $\alpha$, $\beta$, $\gamma$ ist, so wächst $\delta$, wenn $\gamma$ abnimmt, $\delta$ nimmt ab, wenn $\alpha$ oder $\beta$ kleiner werden. Die gegenseitige Abhängigkeit lässt sich mit Hilfe der sphärischen Trigonometrie darstellen. Je streichender die Kluft, desto grösser ist x, dagegen je stärker das Fallen der Lagerstätte, desto kleiner x. Diese Momente sind ins Auge zu fassen bei Beurtheilung des Falles, wo die Lagerstätte in der Tiefe ein anderes Fallen annimmt. Wird die Neigung der verworfenen Lagerstätte grösser, so rücken die Schnittlinien näher zusammen, der Sprungwinkel wächst, wird endlich ein rechter, und es entsteht

### 2. Durchkreuzung der Ebenen

ohne alle Seitenverschiebung; schärfer angedeutet, ist dieser Fall stets da vorhanden, wenn die Schnittlinie mit der Falllinie coincidirt, was durch die Beziehungen von $\alpha$, $\beta$, $\gamma$ bedingt wird.

### 3. Mit stumpfem Sprungwinkel.

Diese Erscheinung ist im Allgemeinen nur zu erwarten, wenn der Verwerfer schwächeres Fallen, als die Lagerstätte hat, daher nur bei Gängen. Dabei ist Deckung nach Loth und Perpendikel vorhanden und findet söhlige querschlägige Ausrichtung statt.

### b. Widersinnig fallend.

Dieser Fall tritt seltener auf, als die rechtsinnig fallenden Sprünge. Der Sprungwinkel ist spitz, niemals ist Deckung nach dem Loth vorhanden; die Streichlinien der Lagerstätte bilden mit der Linie der Kluft zwischen ihnen spitze Winkel; die Winkel der Flötztheile und Kluft sind entweder spitze, stumpfe oder rechte. Die querschlägige Ausrichtung ist kürzer, als

die horizontale der Schnittlinien; die Entfernung ist um so grösser, je kleiner $\alpha$, je kleiner $\beta$, je streichender die Kluft. Je querschlägiger die Kluft, in desto geringerer Ausdehnung findet das Doppeltliegen der Lagerstätte statt.

### B. Wechsel.

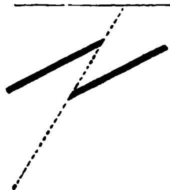
Die Wechsel bilden gewissermassen das Umgekehrte der Sprünge.

#### I. Streichende Wechsel.

##### a. Rechtsinnig fallend.

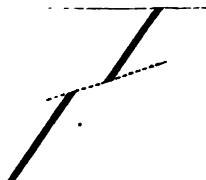
1. Die Kluft ist stärker geneigt, als die Lagerstätte: es ist Deckung nach Loth und Perpendikel vorhanden, die Ausrichtung erfolgt querschlägig (Fig. 15.);

Fig. 15.



2. die Kluft fällt schwächer, als die Lagerstätte, was sehr selten beobachtet wird und wohl nur bei Gängen: es ist keine Deckung vorhanden, auch keine söhlige Ausrichtung zu bewerkstelligen (Fig. 16).

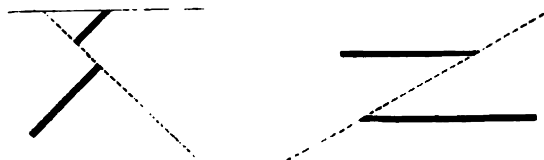
Fig. 16.



##### b. Widersinnig fallend.

Hier ist keine Deckung vorhanden, ebenso wenig söhlige Verbindung möglich; der Winkel zwischen Kluft und Flötz kann spitz, stumpf oder ein rechter sein (Fig. 17. 18).

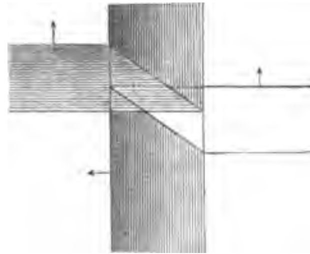
Fig. 17. 18.



### II. Querschlägige Wechsel.

Die Sprungwinkel sind spitz, beide Deckungen sind vorhanden, die söhlige Entfernung der Schnittlinien ist die kürzeste söhlige. Bei seigerer Lagerstätte bewirken diese Wechsel keine Seitenverschiebung (Fig. 19).

Fig. 19.



### III., Spiesseckige Wechsel.

#### a. Rechtsinnig fallend.

##### 1. Spitze Sprungwinkel.

Die hierunterfallenden sind die am häufigsten auftretenden Wechsel, meistentheils sind sie der streichenden Richtung genähert. Es ist Deckung nach Loth und Perpendikel vorhanden, die querschlägige Ausrichtung ist möglich. Die Kluft wird im allgemeinen stärker fallen, als die Lagerstätte; es finden dabei Auskeilungen, hakenförmige Biegungen statt. Die Länge der Seitenverschiebung Fig. 20. 21 ermittelt sich $x = ab \sin \gamma$, wobei

Fig. 20.

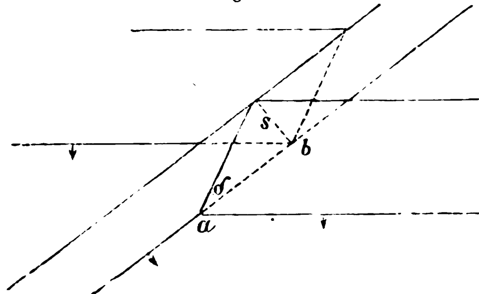
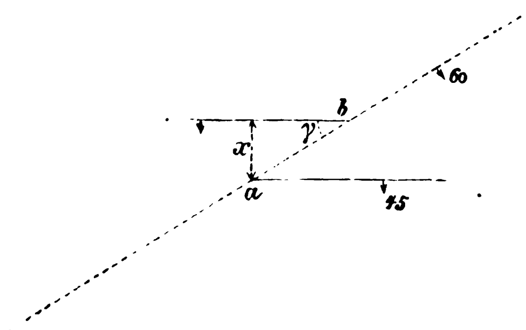



Fig. 21.



ab = s cotg. $\delta$; demnach wird x kleiner, wenn die Kluft streichender und die Lagerstätte sich aufrichtet. — Eine Reihe kleiner, dicht auf einander folgender fast streichender Wechsel können ein Flötz doppelt und dreifach legen.

2. Kreuzung der Ebenen.

Dieser Fall unterscheidet sich in seiner Erscheinung nicht von dem analogen Fall beim Sprunge.

3. Stumpfe Sprungwinkel.

Dieselben haben viel Aehnlichkeit mit streichenden, rechtsinnig fallenden Wechseln, welche schwächer, als die Lagerstätte fallen, kommen aber in der Natur kaum vor.

b. Widersinnig fallend.

Diese Wechsel werden selten beobachtet; es ist Deckung nach dem Loth vorhanden, aber keine querschlägige Verbindung, die Sprungwinkel sind spitz.

C. Seigersprünge.

Die Kluft, welche streichend, querschlägig, spiesseckig auftreten kann, verhält sich bei ihrem seigeren Einfallen indifferent.

Bisher ist nur der Fall ins Auge gefasst worden, wo eine Lagerstätte verworfen wird; est ist indess nicht schwer, sich von der Erscheinung Rechenschaft zu geben, wenn mehrere plattenförmige Lagerstätten, seien es Gänge, seien es Lager und Flötze, von derselben Verwerfung betroffen werden. Da die Veränderung in der Lage der Gebirgsstücke das Wesentliche ist, so sind mancherlei Möglichkeiten vorhanden z. B. das Vorschieben einer anderen Lagerstätte vor die durch die Verwerfung abgeschnittene u. dgl. m., worauf bei der Ausrichtung der Lagerstätten von dem praktischen Bergmann besonderes Augenmerk zu richten ist. Eine gewisse Regelmässigkeit kann sich aber nur bei parallel über einander vorkommenden Lagerstätten, also vorzugsweise bei Lagern und Flötzen, weniger bei Gängen entwickeln, allenfalls findet sich dergleichen in einem und demselben Gangzuge.

Für Flötze ist es noch interessant, die Erscheinung bei gefalteter Architektur zu verfolgen. Hier sind es vorzugsweise die quer über Sattel- und Muldenlinien setzenden, weniger die streichenden Störungen, welche eine besondere Betrachtung verdienen; da solche querübersetzende Störungen sich wohl in der Regel als Verwerfungen im engeren Sinne ausbilden, so sollen auch nur diese erwähnt werden. Hierbei ist es am besten, die gerundete Form der Faltungen anzunehmen, also zunächst Zertrennung einer concaven Mulde durch einen querschlägigen Sprung. In diesem Falle wird die Muldenlinie nicht verschoben; in einer und derselben Horizontalen erscheinen die Flügel im Hangenden gleichsam nach aussen geschoben, die Muldenpunkte liegen um die Seigerhöhe des Sprunges aus einander. In der Muldenlinie hat man gewissermassen eine streichende Störung. Bei

ganz allmäliger Abnahme des Fallwinkels der Flügel wachsen die söhligen Ausrichtungslängen von einem gewissen Betrage in oberer Höhe, der abhängig ist von dem daselbst grössten Fallen. Eine Ausrichtung vom liegenden Muldenpunkte aus kann zum Theil auf söhligem Wege, vollständig nur durch Niedergehen erreicht werden; dies ändert sich etwas beim hangenden Theil, wo aber das Unterfahren vermieden werden muss.

Setzt eine Kluft querschlägig durch einen Sattel, so entsteht Analoges in umgekehrter Weise, indem die Flügel im hangenden Gebirgsstück nach innen zusammengeschoben erscheinen.

Eine spiesseckige Kluft zeigt auf dem einen Flügel rechtsinniges, auf dem anderen widersinniges Fallen und zwar um so mehr, je weiter entfernt sie von der querschlägigen Richtung ist; Sattel- und Muldenlinien werden verschoben, deren Ebenen, wenn sie nicht seiger stehen, gleichfalls verworfen, im Uebrigen bleibt die scheinbare Verschiebung der Flügel, wie bei querschlägigen Klüften. Nur bei sehr steilem Fallen der Flügel und schwach geneigter Kluft könnte eine scheinbare Verschiebung nach einer Seite eintreten, insofern man einen rechtsinnig fallenden Sprung mit stumpfen Sprungwinkeln erhielte.

Im Allgemeinen bleibt noch als Einwirkung der Verwerfungen hervorzuheben, dass man in den Lagerstätten bei söhliger Wiederausrichtung derselben ein anderes Fallen, als das vorher beobachtete findet[67]), dass sich die Substanz der Lagerstätte vor und hinter der Kluft anders verhalten kann, auch wenn keine Faltungen vorliegen, dass in der ehemaligen Oberfläche der Gebirgsbildung sich Absätze bilden, die aber jetzt nicht mehr sichtbar sind, indem höchstens noch Thalbildungen auf dem Streichen grösserer Klüfte vorkommen[68]).

### Regeln zur Ausrichtung der Verwerfungen.

A. Für Sprünge. Die alte Regel, welche sich indess nur auf horizontale Ausrichtung bezog, lautete, dass man nach dem stumpfen Winkel, welchen Kluft und Lagerstätte bilden, aufzufahren hat; dieselbe versagt aber bei spiesseckigen, widersinnigen Sprüngen. Umfassender ist die Regel: wenn die Kluft (der Verwerfer) dem Orte zufällt, so sucht man die abgeschnittene Lagerstätte im Hangenden, fällt sie ab, so sucht man im Liegenden. Dieselbe passt für den söhligen Weg sowohl im Streichen der Kluft, wie auch querschlägig, desgleichen auch für Aufbrechen und Abhauen. Dieselbe Regel wird auch ausgedrückt: wenn man sich mit dem Orte im hangenden Gebirgsstücke befindet, so geht man bei der Ausrichtung ins Hangende, umgekehrt ins Liegende, oder in Gangrevieren: befindet man sich im Hangenden, so richtet man über der Kreuzlinie aus, umgekehrt unter

---

[67]) Rittler: Anleitung mächtige Kohlenflötze abzubauen. Brünn 1859. S. 11.

[68]) Ein Beispiel für solche Absätze, ausgefüllt mit lockeren Massen, bietet die Eschweiler Steinkohlenmulde, wo nach Osten die Sandgewand durchsetzt.

der Kreuzlinie. Diese Regeln versagen nur für den Fall eines rechtsinnigen Sprunges mit stumpfen Sprungwinkeln, wie er bei den Gängen vorkommt.

Ganz allgemein gilt die von Zimmermann aufgestellte, zu complicirte Regel: In dem Punkte, wo der Verwerfer angefahren ist, errichte man auf der Streichungslinie ein Loth nach dem Innern der Lagerstätte, bestimme die Kreuzlinie und verlängere sie nach dem entgegengesetzten Salbande, bemerke dabei, nach welcher Seite das Loth von der verlängerten Kreuzlinie abweicht, und fahre dorthin auf. Anders wird dies durch v. Carnall[69]) ausgedrückt: wenn der Sprungwinkel spitz ist, hat man bei zufallender Kluft in das Dach, bei abfallender in die Sohle, wenn der Winkel stumpf ist, nach entgegengesetzter Richtung aufzufahren.

B. Für Wechsel gelten die vorstehend angegebenen Regeln sämmtlich umgekehrt.

C. Bei Seigersprüngen hat man, wenn Motive zu anderen Verfahren nicht vorliegen und man sich auf irgend eine Weise sichere Ueberzeugung über den einzuschlagenden Weg verschaffen kann, zunächst den stumpfen Winkel zu wählen.

Ob man söhlig in der Kluft, querschlägig oder durch Auf-, beziehungsweise Abhauen ausrichtet, hängt von vielerlei Umständen und den Bedürfnissen des Grubenbaues ab, insbesondere davon, ob mehrere Flötze vorkommen, wo sich die Ausrichtung dann nicht gerade auf das eine zunächst verworfen gefundene Flötz richtet, so dass man stets im gegebenen Fall eine besondere Entscheidung zu treffen hat. Führt man in der Kluft auf, so geben Salband und Besteg das Anhalten. Uebrigens zeigen die Lagerstätten, zumal Steinkohlenflötze, in der Nähe der Dislocationsspalte mannigfache Abweichungen vom normalen Verhalten: Verdrückungen, Taubwerden, Biegungen, Flötztheile und abgerissene Stücke in der Kluft, so dass hierdurch die Beurtheilung des einzelnen Falles erschwert wird.

Das Wichtigste bleibt aber die Untersuchung, ob ein Sprung oder ein Wechsel vorliegt. Hierbei kommen in der Natur folgende Momente zu Hilfe: Die Sprünge herrschen im Allgemeinen vor, insbesondere die querschlägiger Richtung angenäherten spiesseckigen; eine und dieselbe Localität hat meistentheils Uebereinstimmung in der Art der vorkommenden Störungen; die Wechsel tragen in vielen Fällen besondere Kennzeichen, indem sie, besonders im Flötzgebirge, sehr streichende Klüfte zeigen, beziehungsweise statt dessen nur eine allgemeine Auflockerung und Zerrüttung des Gebirges, indem sie ferner an manchen Localitäten im Steinkohlengebirge regelmässige Auskeilungen der Flötze und hakenförmige Umbiegungen veranlassen, die mitunter so weit gehen, dass kleine Sättel und Mulden entstehen. Durch diese Erscheinung verräth sich bei gefalteter Architektur ein Zusammenhang der Wechsel mit der Entstehung der Falten, der sich

---

69) v. Carnall: „Die Sprünge im Steinkohlengebirge" in Karsten Archiv n. Flg. Bd. 9. S. 175.

auch dadurch zu erkennen gibt, dass grössere Wechselstörungen gern in der Nähe der Sattel- und Muldenlinien auftreten, so im Westfälischen, so im Steinkohlengebirge an der Worm. Solche Wechsel (Ueberschiebungen) sind in vielen Fällen älter, als die Quersprünge, denn sie werden durch diese verworfen, wie sich in den angegebenen Gebieten des Steinkohlengebirges beobachten lässt.

Fehlen besondere Kennzeichen, so muss man sich in zweifelhaften Fällen Ueberzeugung zu verschaffen suchen durch Untersuchung des Gebirges jenseits der Störungen, durch Schurfarbeiten bei ausbeissenden Lagerstätten, durch Versucharbeiten u. s. w.

Die gesammten Verwerfungserscheinungen werden in der Natur nooh modificirt, complicirt und in ihrer Deutung verwickelt durch folgende Umstände:

1. Die Verwerfer und verwerfenden Klüfte sind keine Ebenen, obschon sie sich im Allgemeinen linear in Länge und Tiefe erstrecken, daher entstehen dann gekrümmte Schnittlinien, wodurch die Beobachtung erschwert wird. Steile Klüfte haben bisweilen local entgegengesetztes Fallen, z. B. wo im Steinkohlengebirge fester Sandstein oder Conglomerat durchsetzt werden, so dass ein Sprung dadurch zunächst als Wechsel erscheinen kann. Bisweilen erlaubt sogar die allgemeine Zerüttung des Gebirges gar nicht, eine Kluft zu erkennen.
2. Verwerfungen setzen nicht bis ins Unbestimmte fort, sondern verlieren sich häufig nach Höhe oder Tiefe und im Fortstreichen, doch sind Auskeilungen selten zu beobachten. Besonders zeigen kleine Sprünge verschiedenen Verwurf und beschränken sich auf eine Lagerstätte, ohne darüber und darunter, beziehungsweise daneben befindliche zu treffen. Dies ist für sich schwer zu erklären, wird aber deutlicher, wenn man erwägt, dass in vielen Fällen noch eine gewisse Plasticität der Masse vorhanden gewesen sein muss, wofür auch die Faltungen sprechen. Dazu kommt
3. dass ebenso, wie selten ein Gang für sich allein auftritt, auch Störungen im geschichteten Gebirge gewöhnlich in einer Mehrzahl erscheinen, wobei Hauptsprünge, Nebensprünge, Scharungen u. s. w. sich zeigen; man hat es daher in der Regel mit ganzen Bruchfeldern zu thun, ähnlich wie mit Gangfeldern. Freilich ist es dadurch sehr schwer, oft fast unmöglich, sich bei so weit gehender Zerstückelung eine Totalanschauung zu bilden. Immer aber wird man die aus Beobachtung der Natur geschöpfte Theorie zum Führer nehmen können und bei genauer Beobachtung werden nur wenig Fälle übrig bleiben, die sich nicht lösen lassen, wie z. B. die durch Ablenken der Gangspalten entstandenen scheinbaren Verwerfungen[70]. —

[70]) Tunner: Notizen zur Wiederausrichtung verlorener Lagerstätten in berg- u. hüttenm. Jahrb. der k. k. Montan-Lehranstalt zu Leoben v. Tunner. Wien 1851. Bd. I. S. 212.

Störungen durch eruptive Massen werden gebildet, indem dieselben bald in unregelmässigen Massen eindringen, wie Porphyr im Steinkohlengebirge von Waldenburg, Melaphyr in dem von Wettin, Diorit in dem von Commentry (Depart. de l'Allier), Basalte in Hessen, bald in Form von Gängen, wie die dykes im englischen Steinkohlengebirge, in welchem Falle mehr oder weniger Verwerfungserscheinungen damit verknüpft sind; oft machen sich die eruptiven Massen nur durch Veränderung der Substanz bemerkbar, der Steinkohle, der Braunkohle, des Eisensteins. Für Veränderung des Eisensteins und nochmaliges Aufreissen der Gangspalte findet sich ein schönes Beispiel auf der Grube Alte Birke in der eisernen Hardt im Siegener Lande[71]).

**Vorkommen der nutzbaren Mineralien.**

Gold tritt auf in Gängen, Lagern, Klüften, Nestern, eingesprengt in ganzen Gebirgsmassen, bauwürdig indess meist nur in Seifen, vorzugsweise im älteren Gebirge und dessen eruptiven Massen, gewöhnlich gediegen, auch mit Schwefel vererzt und als Begleiter von Silber, Kupfer, Eisen.

Platin erscheint in derselben Weise, oft mit Gold zusammen, gewinnungswürdig nur in Seifen.

Silber findet sich im ältesten und älteren Gebirgen auf Gängen, Lagern, Klüften, Nestern, Stöcken, selbst Stockwerken; im permischen Gebirge, im Bundsandstein, im Keuper auf lager-, flötz-, stockartigen Gebilden, jedoch nicht mehr als selbständiges Erz. Selten findet man es gediegen, auch nicht überwiegend in eigenen Erzen, vielmehr an andere Metalle und Erze gebunden, am häufigsten in Blei- und Kupfererzen.

Kupfer: im Ur- und Uebergangsgebirge, in granit-, porphyrartigen und ähnlichen Gesteinen auf Gängen, Lagern, Stöcken, Stockwerken; im Flötzgebirge auf Flötzen und Gängen, namentlich in der permischen Formation, wie im Mansfeldischen, bei Riechelsdorf in Hessen, auch als imprägnirter Bestandtheil der Gebirgsmasse im Buntsandstein, wie bei Saarlouis und St. Avold, selten gediegen, so am oberen See.

Blei bildet Lagerstätten der verschiedensten Art in den ältesten Gebirgsgliedern bis zu den jüngsten secundären Gebilden, in den meisten Fällen als Bleiglanz, grösstentheils silberhaltig; wichtig das Vorkommen bei Tarnowitz in Oberschlesien, sowie bei Commern in der Eifel (Knottenerze).

Zinn steht nur in den ältesten Gebirgen an, im Granit, Gneis, selten im Glimmerschiefer, findet sich meist in Seifen.

Quecksilber ist nicht häufig, findet sich in der Grauwacke, im Thonschiefer, im Steinkohlengebirge, im Jura, in der Kreide auf Gängen und Lagern, fraglich, jedenfalls sehr vereinzelt im Tertiärgebirge. Von Interesse ist das Quecksilbervorkommen auf der Grube Neu-Rhonard bei Olpe.

---

[71]) Hundt in Verhandl. des naturhistorischen Vereins der preuss. Rheinlande u. Westfalens. Jahrg. 19. Bonn 1862. Correspondenzblatt S. 59.

Zink: in Lagern, Stöcken, Nestern, Gängen im devonischen Kalk, im Kohlenkalk, Muschel- und Jurakalk, sowie in der Kreide, vielleicht in noch jüngeren Gliedern, wie bei bergisch Gladbach; wichtig ist das Auftreten von Galmei im Muschelkalk bei Tarnowitz und Beuthen, zwischen Lenneschiefer und Kalk bei Iserlohn, zwischen Kalk und Kohlenschiefer bei Stolberg.

Antimon wird beobachtet auf Gängen und Lagern, im Ur- und Uebergangsgebirge.

Wismuth findet sich nicht häufig gewinnungswürdig, auf Gängen in Gneis und Thonschiefer, meistentheils gediegen.

Arsen: meist auf Gängen und Lagern im älteren Gebirge, gewöhnlich mit anderen Metallen verbunden, zuweilen gediegen als Scherbenkobalt.

Nickel: nicht sehr häufig, auf Gängen und Lagern im älteren Gebirge.

Kobalt: bildet Gänge und Lager im Ur- und Uebergangsgebirge, Gänge und Flötze im permischen System.

Eisen: in allen Gebirgsgliedern, von den ältesten bis zu den jüngsten, sowie in allen Arten der Lagerstättenformen; auf Gängen, Lagern, Stöcken im Granit, Grünstein, Hornblendegesteinen, in den krystallinischen Schiefergebirgen, in der Grauwacke als Roth- und Brauneisenerz, Eisenglanz, Eisenglimmer; auf Stöcken und Lagern, auch eingesprengt, im Gneis und Hornblendegestein als Magneteisenstein; auf Lagern, Stöcken und Gängen im Uebergangsthonschiefer und in der Grauwacke als Spatheisenstein, Thoneisenstein, Sphärosiderit, thoniger Sphärosiderit (nierenförmig); auf Flötzen und in Nieren im Steinkohlengebirge als Kohleneisenstein (blackband); auf Gängen und Flötzen in dem permischen System als Roth-, Braun-, Spath-, Thoneisenstein; auf Lagern von Brauneisenstein im Muschelkalk; in nieren- und linsenförmiger Gesalt als Thoneisenstein und Bohnerz im Lias, Jura und im Tertiärgebirge, in letzterem auch als Höhlen- und Trichterausfüllung; als oolithischer Eisenstein (Minette), kalk- und phosphorhaltig im Jura; als Raseneisenerz, neuerer und neuester Bildung, im Diluvium.

Mangan: auf Gängen, seltener in Lagern, Stöcken, Butzen im krystallinischen Schiefergebirge und in der Grauwacke, meistens als Graubraunsteinerz und Hartmanganerz; sehr viele Eisensteine sind mehr oder weniger manganhaltig.

Graphit: auf Gängen, Lagern, Nestern im krystallinischen Schiefergebirge, selten bauwürdig.

Anthracit: im Granit, in älteren Porphyren, in der Grauwacke auf Lagern, Stöcken, in Nestern, auch mit Steinkohlen auf denselben Flötzen.

Steinkohle: immer auf Flötzen in der nach ihr benannten Steinkohlenformation, vereinzelt im Rothliegenden, im Keuper als sog. Lettenkohle, im Lias, im braunen Jura, in der Wealdformation, in der Kreide. Man unterscheidet die Steinkohle nach ihren Bitumengehalt als fette und magere und bezeichnet sie nach den Oertlichkeiten verschieden, hauptsächlich als Gas-, Back (Koks), Sinter- (Ess-) und Sandkohle.

Braunkohle: im unteren Tertiärgebirge auf Flötzen und Lagern, wird nach der Structur unterschieden in muschelige Braunkohle, Blätterkohle, Papierkohle, erdige Braunkohle, Moorkohle.

Steinsalz: in fast allen geschichteten Formationen bekannt, kommt in Quellen in der Grauwacke und im Steinkohlengebirge vor, anstehend in der permischen Formation, im Buntsandstein, im Muschelkalk, im Keuper und im Lias, in Quellen im Kreidegebirge; anstehend im Miocän Toscanas[72]); es tritt auf in Lagern, Stöcken, Nestern, in dünnen Schichten oder imprägnirt im Salzthon, in Ausblühungen und als Niederschlag in Salzseen auf der Oberfläche.

Schwefel: gediegen in vulkanischen Gebirgen, auch in Gang- und Spaltenbildungen älterer Gebirgsformationen, im Thon und Mergel jüngerer Gebirgsglieder, im Steinsalz und Gips, sowie in der Braunkohle, selten tritt er bauwürdig auf; ausserdem erscheint er an andere Stoffe, namentlich an Erze gebunden, wo er besonders als Schwefeleisen den Gegenstand lohnender Gewinnung abgibt und zur Schwefelsäuredarstellung verwendet wird.

---

72) von Rath in Zeitschr. der deutsch. geolog. Ges. Bd. 17. S. 298.

## Zweiter Abschnitt.

### Aufsuchen der Lagerstätten. Schürf- und Bohrarbeiten.[1])

Die Aufsuchung nutzbarer Mineralien in ganz unbekannten Gegenden muss sich auf geognostische Untersuchungen stützen, welche daher weiteren Ermittelungen immer vorauszugehen haben. Bei diesen leitet zunächst die Beobachtung der Oberflächenformen, indem verschiedene Gebirgsformationen an ganz bestimmte Bildungen der Oberfläche gebunden sind, aus ihnen also ein Rückschluss auf das Vorhandensein von Gebirgsgliedern und den an diese geknüpften nutzbaren Mineralien gemacht werden kann. Findet man bei der weiteren Untersuchung Bruchstücke von Gebirgsarten oder gar von Gängen und Lagern und deren gewöhnlichen Begleitern, so ist man darauf hingeführt, in näherer oder grösserer Ferne das anstehende Gebirge u. s. w. aufzusuchen, von dem jene Bruchstücke entnommen sein können; unmittelbarer wird man aber durch natürliche und künstliche Entblössungen geleitet, da man in Flussbetten, in Thälern, in Gebirgseinsenkungen, in Hohlwegen, Steinbrüchen, bei Brunnen- und Tunnelanlagen u. dgl. m. häufig in die Lage kommt, anstehende Lagerstätten zu entdecken. Am sichersten gewinnt man einen Anhalt, wenn man auf solche Weise oder durch andere Mittel das Ausgehende der Lagerstätten auffindet. Hierzu führen verschiedene nähere Anzeichen, durch welche man zu weiterer Untersuchung veranlasst werden kann. Der Schweif (Blume) ist die Färbung der über dem Ausgehenden liegenden Dammerde durch Bestandtheile der Lagerstätte; die Färbung ist roth von Eisenerzen (auch wohl von Zinnober), grün — obwohl selten zu beobachten — von Kupfererzen, schwarz oder grau von Steinkohlen, braun von Braunkohlen u. s. w. Das Ausblühen oder Auswittern, welches sich als ein zusammenhängender oder fleckenartiger Ueberzug der Oberfläche bemerkbar macht, lässt auf das Vorhandensein darunter befindlicher Lagerstätten schliessen,

---

[1]) Gätschmann: Die Aufsuchung und Untersuchung von Lagerstätten nutzbarer Mineralien. 2. Aufl. Leipzig 1866.

die in der Nähe der Oberfläche chemischer Zersetzung ausgesetzt sind. Ausfliessende Quellen geben durch ihren Gehalt an mineralischen Stoffen einen Fingerzeig zur Aufsuchung der diese Stoffe abgebenden Lagerstätten, wenn auch nicht immer aus dem Dasein der Quellen das Vorhandensein einer Lagerstätte behauptet werden kann; namentlich leiten die Soolquellen zur Aufsuchung der Salzlager. Andererseits kann aber auch der Mangel an Quellen, die Trockenheit des Bodens die Anwesenheit von Erzablagerungen, wie Raseneisenstein, vermuthen lassen. Pflanzen können gleichfalls Führer beim Aufsuchen von nutzbaren Mineralien sein; so namentlich die Salzpflanzen für die Salzquellen und Salzlager, auch das Galmeiveilchen (viola calaminaria) für Galmeilager.

Ausser diesen mehr oder weniger sicheren Führern hat man sich in älteren Zeiten durch vielfache in den Bereich des Aberglaubens gehörende Anzeichen leiten lassen. Dahin gehören: Nebel und Dünste, welche sich, hauptsächlich an Sommerabenden, über dem Ausgehenden von Gängen zeigen sollen; Streifen auf Gras- und Saatfeldern, auf denen am Morgen kein Thau liegen bleibt oder der Schnee schnell wegschmilzt; Bergfeuer oder Witterungen, Lichterscheinungen, die über dem Ausgehenden von Gängen wahrgenommen sein sollen; schliesslich die Wünschelruthe, über deren Gebrauch eine ganze Literatur vorhanden ist. Alle diese Hilfsmittel zur Aufsuchung von Lagerstätten nutzbarer Mineralien entbehren der wissenschaftlichen Unterlage; haben sie zu einem günstigen Erfolge Veranlassung gegeben, so ist die Entdeckung wohl immer eine zufällige zu nennen, wie sie auch heute noch in sehr vielen Fällen stattfindet.

Kann man durch die oben angeführten Anzeichen oder durch geognostische Schlüsse das Vorhandensein von Lagerstätten vermuthen, so wird man in vielen Fällen sich durch Blosslegen derselben von ihrer Beschaffenheit und ihrer Ausdehnung Ueberzeugung zu verschaffen haben. Dies erfolgt durch Schürfarbeiten oder durch Bohrversuche.

## A. Schürfarbeiten.

Die eigentlichen Schürfarbeiten beschränken sich auf das Aufschliessen des Ausgehenden oder dessen Aufsuchen in geringer Tiefe unter Tage; sie lassen sich regel- und planmässig fast nur bei Lagerstätten mit linearer Erstreckung ausführen, wobei man für Flötze den Vortheil gleicher Lagerung mit den Gebirgsschichten hat; sie verlangen übrigens nicht zu schwache Fallwinkel der Lagerstätte. Die einzelnen Arten der Schürfarbeiten sind:

1. Schurfgraben oder Rösche. Der Graben wird entweder nach erfolgter Auffindung des Ausgehenden einer Lagerstätte zur weiteren Aufschliessung derselben in der Richtung des Streichens, oder aber zur Aufsuchung der Lagerstätte oder noch anderer vermutheter querschlägig gegen das muthmassliche Streichen geführt. Er darf nicht unter (3 Fuss) 1 Meter Breite erhalten, wenn ein genügender Aufschluss erzielt werden soll, die Seiten

müssen bei starker Mächtigkeit des Deckgebirges genügend abgeböscht werden, wobei der ausgeworfene Boden stets zur Zufüllung des bereits ausgehobenen Grabens rückwärts benutzt wird. Das Verfahren ist zu theuer bei gutem Boden, unausführbar, wenn derselbe zu viele Wasser mit sich führt.

2. Einzelne Schürfe und Schurfschächte. Sie erhalten gewöhnlich einen rechtwinkeligen Grundriss, wobei die Seiten nicht unter ($^5/_8$ und $^3/_8$ Lachter) 1,308 und 0,785 Meter gewählt werden. Die Stellung der Schürfe richtet sich danach, ob man das Ausgehende im Streichen oder ob man querschlägig gegen das muthmassliche Streichen die vermutheten Lagerstätten verfolgt; die Entfernung der Schürfe ist abhängig von der Mächtigkeit und dem Fallwinkel der Lagerstätte, sowie von dem Profil der Oberfläche; das Ausgehende plattenförmiger Lagerstätten weicht bei flachem Fallen, starkem Ansteigen der Oberfläche von der geraden Richtung ab; dann bringt man die Schurfschächte in einer Entfernung von (25 bis 50 Lachter) 52 bis 105 Meter an. — Duckel oder Reifenschächte, nicht tiefe Schächte in runder Form, dienen, wenn man durch sie Aufschlüsse erreicht, oft gleich zur Gewinnung.

3. Schurf- oder Versuchstolln. Dieselben werden seltener und nur dann angewendet, wenn die gut cultivirte Oberfläche, grosse Niveauverschiedenheiten derselben, steile Schichtenstellung, das Auftreten vieler Wasser die Benutzung der vorbezeichneten Mittel nicht angemessen erscheinen lassen. Sie haben den Vortheil, dass sie die Lagerstätte in frischem Anbruch zeigen, sie unterscheiden sich nur durch den vorübergehenden Zweck von grösseren Grubenstolln.

### B. Bohrarbeiten.[2])

Die vorbehandelten Schürfarbeiten sind nur dann möglich, wenn ein Ausgehendes vorhanden, wenn keine jüngeren Formationen aufliegen, und halten sich überhaupt auf oder nahe unter der Oberfläche. Richtig ausgeführt geben sie Aufschluss über Streichen, Fallen, Mächtigkeit, Verhalten der Substanz der Lagerstätte, sowie über das Nebengestein, kurz über alle für den Bergbau wesentliche Momente.

Bohrarbeiten dagegen dringen in grosse Tiefen ein, über (2000 Fuss) 628 Meter Tiefe ist jetzt nichts Seltenes mehr; sie sind ganz unentbehrlich bei Bedeckung der Lagerstätte durch jüngere Formationen, überhaupt zu Aufschlüssen in der Tiefe, sie geben aber kein genaues Anhalten über Streichen, Fallen und Mächtigkeit der Lagerstätte und lassen auch auf die Substanz nur Schlüsse zu, weil lediglich Bruchstücke zu Tage kommen; indess hat man in neuerer Zeit durch das Kernbohren einem Theil dieser Mängel abzuhelfen gesucht.

[2]) Beer: Erdbohrkunde. Prag 1858. — M. M. Dégoussée et Ch. Laurent: Guide du Sondeur ou traité théorique et pratique des Sondages. 2 édition. Paris 1861.

In der einfachsten Form sind die Bohrarbeiten ein Hilfsmittel zur Orientirung für spätere Schürfarbeiten; auch dienen sie in dieser Gestalt zur Auffindung von oberflächlichen Lagerstätten, wie Raseneisenstein und Torf. Grossartig dagegen entwickelt sind sie in den ausgedehnten Tiefbohrungen der Neuzeit, deren Zweck ist die Aufsuchung von Steinkohlen (weniger von Braunkohlen, welche flacher lagern und minder werthvoll sind), Steinsalz, Soolquellen und anderen Mineralquellen, sowie die Herstellung artesischer Brunnen. Bohrarbeiten kommen ferner beim eigentlichen Bergbaubetriebe vor, wie beim Abbohren der Wasser in Schächten, beim Abzapfen alter Gesenke (Vorbohren), in kleinem Massstabe zur Herstellung des Wetterzuges. Modificirt, dem Zwecke entsprechend, ist, an Stelle des Abteufens, das Abbohren von Schächten, wobei freilich die spätere oder gleichzeitige Auskleidung der Bohrschachtwände von hervorragender Wichtigkeit ist.

Hier sollen zunächst die Bohrarbeiten zur Aufsuchung von Lagerstätten betrachtet werden, also die Herstellung von Bohrlöchern von der Oberfläche aus in verticaler Richtung abwärts. Von einem Bohrschachte unterscheidet sich das Bohrloch nur durch geringere Dimensionen, eine scharfe Gränze zwischen beiden lässt sich daher nicht ziehen, man wird aber unter Bohrlöcher alle diejenigen Ausführungen verstehen können, wobei die arbeitenden Theile der Bohrinstrumente nicht aus mehreren Stücken zusammengesetzt sind, was nur bei einem Durchmesser von (20 bis 26 Zoll) 52 bis 68 Centimeter noch zu ermöglichen ist.

Man kann zwei Hauptabtheilungen des Bohrens hinsichtlich der Art unterscheiden, wie die am Tage wirkende Kraft auf das in der Tiefe befindliche Bohrinstrument übertragen wird: mittelst eines Gestänges, d. h. einer Verbindung von steifen Stangen, die sogen. europäische Methode, oder mittelst eines Seiles, die sogen. chinesische Methode; doch sind beide Methoden gewissermassen zu combiniren.

Anderweitig hat man zu unterscheiden, wie die Instrumente das Gestein angreifen, nämlich das drehende oder stossende Bohren. Das Seilbohren ist immer stossend, das Gestängebohren stossend und drehend; im Uebrigen hängt das Stossen oder Drehen von der Beschaffenheit des Gesteins ab: ganz lockere und sehr weiche Massen, wie Sand und Thon, erfordern das drehende Bohren, milde Gesteine, wie Schieferthon, Mergel, gestatten beide Arten von Manipulationen, bei festen und sehr festen Gesteinen ist nur die stossende anwendbar.

### Gestängebohren.

Bei stossendem Bohren bildete man in früherer Zeit das ganze Gestänge aus fest verbundenen Stangen, ein Verfahren, welches noch jetzt theils für geringe Tiefen, theils unter besonderen Verhältnissen angewendet wird, es ist dies das Bohren mit steifem Gestänge, welches übrigens beim Drehen allein möglich ist. Später ging man über zum Einfügen ver-

schiebbarer Zwischenstücke, wodurch sich das Gestänge in zwei Abtheilungen: Ober- und Untergestänge sonderte, wodurch man bezweckte, die auf das Untergestänge wirkenden Schläge nicht auf den oberen Theil des Gestänges übertragen zu lassen und in demselben Brüche zu vermeiden; ausserdem erlangte man dadurch die Möglichkeit, dem Untergestänge für sich ein grösseres Gewicht zu geben und dadurch den Schlag auf die Bohrlochsohle wirksamer zu machen. Endlich wandte man statt nur verschiebbaren Zwischengliedes die sogen. Freifall- oder Abfallapparate an, durch welche der vorstehend bezeichnete Zweck nun vollständiger erfüllt wurde.

Hiernach sind also bei stossender Manipulation und bei Tiefbohrungen am Erd- oder Bergbohrer zu unterscheiden:

1. Bohrstücke, wohin auch Löffel, Büchsen u. s. w. anhangsweise zu stellen sind,
2. Schaft- oder Mittelstücke und zwar: a. Ober-, b. Untergestänge, c. Zwischenstücke,
3. Kopfstücke zur Verbindung des Gestänges mit der Bohrmaschine oder der bohrenden Kraft,
4. Bohrmaschine,
5. Hilfsmaschinen zum Ausziehen und Einlassen der arbeitenden Theile, auch zum Löffeln,
6. Hilfsstücke und sonstige Apparate für besondere Fälle,
7. Anlagen über Tage.

Bei drehender Manipulation, die nie für grosse Tiefen angewendet wird, fällt der Unterschied zwischen Ober- und Untergestänge fort, Zwischenstücke fehlen ganz.

Auf das Detail der Einrichtungen und Constructionen sind von grossem Einfluss: die muthmassliche Tiefe und der Durchmesser; letzterer ist wieder zum Theil durch erstere bedingt, indem man tiefe Bohrlöcher gern mit weitem Durchmesser beginnt, um bei etwaigen Verröhrungen nicht behindert zu sein und die Möglichkeit zum Kernbohren in grossen Tiefen offen zu erhalten. Früher brachte man nur sehr enge Bohrlöcher nieder, deren Nachtheile klar sind, man suchte sich dann durch nachträgliche Erweiterungen zu helfen, die aber nur selten zum Ziele führten. Jetzt setzt man grosse Bohrungen nicht leicht unter (10 bis 12 Zoll) 262 bis 314 Millimeter Durchmesser an, gern aber noch weiter und wohl (18 bis 20 und mehr Zoll) 471 bis 523 und mehr Millimeter. Bei (2 Fuss) 628 Millimeter Durchmesser liegt ziemlich die Gränze, wo man bei stossender Manipulation noch ohne zusammengesetzte Bohrinstrumente ausreichen kann, während die drehende Manipulation grössere Durchmesser gestattet. Die kleinsten bei Schürfbohrlöchern angewendeten Durchmesser möchten jetzt nicht unter (3 bis $3^1/_2$ Zoll) 79 bis 92 Millimeter sein.

## I. Bohrstücke.

### *a.* Beim drehenden Bohren.[3])

1. Ventilbohrer: ein hohler, aus Eisenblech zusammengenieteter Cylinder, der oben mit einer in eine Schraube endigenden Gabel zur Verbindung mit dem Gestänge, unten mit einer Schneide, im Innern mit einer Klappe versehen ist; nach seiner Construction kann er nur in schlammigen Massen oder losem Sande angewendet werden. Beim Senken treten diese Massen über das Ventil und füllen beim wiederholten Heben und Senken den ganzen Cylinder aus, der dann zu seiner Entleerung zu Tage geschafft werden muss. Sind Geschiebe in den zu durchbohrenden Schlamm- oder Sandschichten vorhanden, so bringt man an dem unteren Ende eine vierfach durchbrochene, nach Unten pyramidale Spitze an, welche die Geschiebe von der Oeffnung des Bohrers fern hält und in die Bohrlochswände drängt, so dass die Massen dennoch in das Innere gelangen können.

In feinem, thonigen Sande bringt man zweckmässig an dem unteren Ende des Cylinders eine spatenähnliche Schneide an, welche beim Drehen die Massen auflockert und zum Eintritt über das Ventil geschickt macht.

2. Ventil- und Schneckenbohrer, dem eigentlichen Ventilbohrer ähnlich, nur endet er unten in einer Art Schnecke, wie Fig. 22 zeigt; er wird zur Durchbohrung von trockenem Kies benutzt, die Schnecke dient dazu, den Kies aufzulockern.

Fig. 22.



Fig. 23.



3. Schneckenbohrer zum Durchbohren von Thon, thonigem Sand, Braunkohle nimmt beim Drehen die abgelösten Massen in sich auf, Fig. 23;

[3]) Vergl. Ottiliae: Vorkommen, Aufsuchung und Gewinnung der Braunkohlen in der preuss. Provinz Sachsen. Zeitschr. für Berg-, Hütten- u. Salinenwesen. Bd. 7. B. S. 224 ff.

er ist spiralförmig gewunden mit vorausgehender gedrehter Spitze, eine Langseite bildet eine Schneide.

4. Hohlbohrer dient zu gleichem Zweck, wie der vorige, oder zum Vorbohren; er ist ein Cylinder mit einem vertikalen Spalt, Fig. 24, dessen eine Seite in eine Schneide ausläuft; zuweilen ist diese Seite des Spalts noch mit einem schneckenförmig gewundenen Ansatze versehen.

5. Schappe, Fig. 25, ist ein Hohlbohrer, der sich nur insofern von dem vorigen unterscheidet, dass jener von Eisenblech, die Schappe von Stabeisen gefertigt ist und deshalb kräftiger angreifen kann, auch hat sie einen engeren Spalt, als jener; sie wird besonders zum drehenden Bohren im Kreidemergel und Schieferthon angewendet.

6. Spiralbohrer (Schlangenbohrer), Fig. 26, ist ein spiralförmig gewundenes Stück Eisen, welches nach unten in zwei hervorragende Spitzen ausgeht, welche in das Gebirge beim Drehen eindringen; die losgelösten Massen setzen sich in die Spiralen fest. Bisweilen hat das Ganze eine konische Gestalt und die Spitzen treten vor dem Umfang der Spiralen zurück, während sie bei dem dargestellten vor den Spiralen hervortreten. Dieser kann schon in ziemlich festen Gebirgsmassen, wie Steinkohlen, angewendet werden, häufig erfordert er aber noch ein Nachbohren, wozu man dann den Schneckenbohrer oder die Schappe anwendet.

Fig. 24.



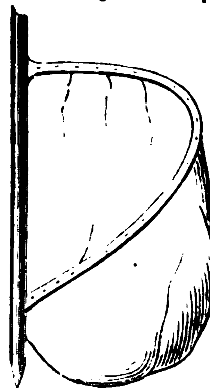
Fig. 25.



Fig. 26.



Fig. 27.



7. Sackbohrer: eine eiserne Stange, welche unten in eine Spitze endet und seitwärts einen eisernen Bügel trägt, an diesen Bügel wird ein Sack von Leinwand, Drillich oder Leder angenäht, Fig. 27. Beim Drehen dringt die Spitze in das Gebirge ein, wobei die Massen in den Sack eintreten. Dieser Bohrer wird in schwimmendem Gebirge, namentlich beim Niederlassen von Senkmauern für Schächte oder Brunnen, angewendet.

### *b.* Beim stossenden Bohren.

1. Meisselbohrer. Derselbe besteht, Fig. 28, 29, aus dem Spaten mit der Schneide, dem Schaft und dem Halse, welcher letztere in eine Schraube zur Verbindung mit den nächsten Gestängetheilen endet. Der wichtigste Theil ist der Spaten, von dessen richtiger Construction und Bearbeitung das Gelingen des Bohrlochs abhängt. Die Breite der Schneide richtet sich nach dem Durchmesser des Bohrlochs; der Spaten muss von der Schneide an sich nach und nach in den Schaft verjüngen und so gearbeitet sein, dass sich die beiden Seiten desselben genau gleichmässig um die Axe vertheilen, weil sonst das Loch nicht rund und lothrecht wird. Die Schneide ist am besten und zweckmässigsten geradlinig, weil nur auf diese Weise der Spaten die ganze Kraft des Stosses in sich aufnehmen kann. Man macht auch die Schneide convex oder stumpfwinkelig, Beides ist nachtheilig. Der Winkel, in welchem sich der Spaten zur Spitze zuschärft, richtet sich nach der Festigkeit des Gebirges, er muss um so grösser sein, je fester das Gebirge, aber nicht über 70 Grad. Der Schaft- und Spatenkopf werden aus Eisen gefertigt, der übrige Theil des Spatens mit der Schneide aus Stahl, am besten aus Gussstahl; wird ein faseriger Stahl angewendet, so dürfen die Fasern nicht parallel der Schneide laufen,

Fig. 28.

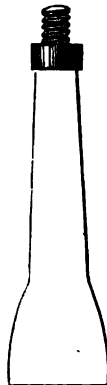
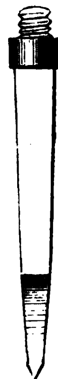


Fig. 29.



weil diese sich sonst zu leicht abarbeitet; in neuerer Zeit hat man den ganzen Spaten aus Gussstahl gefertigt. Die Länge der Schneide muss immer genau nach einer Lehre abgerichtet werden, damit das Loch gleichförmig rund und cylinderisch gebohrt wird. Es mag indess die Schneide noch so sorgfältig bearbeitet sein, fast niemals wird man das Nachbüchsen entbehren können, um das Loch völlig rund und lothrecht zu erhalten.

2. Meisselbohrer mit Ohrenschneiden oder Laschenbohrer. Zur Vermeidung des Nachbüchsens bringt man an dem gewöhnlichen Meisselbohrer sogen. Ohrenschneiden an, welche, nachdem die Schneide gewirkt hat, an derselben Stelle die Bohrlochswände abrunden und gewis-

sermassen mit dem Vordringen des Meissels das Nachbüchsen bewirken. Es sind dies (1 Zoll) 26 Millimeter über der Schneide am Spaten angebrachte, (3 Zoll) 78 Millimeter breite, dem Bohrlochsumkreise entsprechend abgerundete, von innen nach aussen zugeschärfte Laschen. Die Construction ist aus den zu 3 gehörenden Figuren ersichtlich. Die Ohren oder Laschen müssen mit der Schneide ganz besonders sorgfältig nach der Lehre gearbeitet werden.

3. Meisselbohrer mit Ohren- und Nachschneiden. Um den Zweck noch vollständiger zu erreichen, sind von Kind, ausser den Laschen in unmittelbarer Verbindung mit dem Spaten, noch sogenannte Nachschneiden angewendet, welche an einer Verstärkung des Meisselschaftes angebracht sind und in einiger Höhe über der Bohrlochssohle das Nachbüchsen nochmals besorgen. Kind hat diesen Nachschneiden eine rechtwinkelige Stellung gegen die Meisselschneide gegeben, v. Seckendorff in Schöningen[4]) legt mit Recht Werth darauf, die Nachschneiden parallel der Meisselschneide zu stellen, weil dadurch die Prüfung der Nachschneiden in Bezug auf die genaue Uebereinstimmung mit der Schneide sicherer gemacht wird. Fig. 30, 31.

Fig. 30.



Fig. 31.



4. Meisselbohrer mit beweglichen Nachschneiden. Man ist häufig in der Lage, die Bohrlöcher zur Sicherung vor Nachfall zu verröhren; um aber dem Bohrloch unterhalb der eingelassenen Röhren die frühere Weite zu erhalten und die Röhren nachsenken zu können, bohrt man mit dem eigentlichen Meissel (Laschenbohrer) das Bohrloch in wenig verringertem Durchmesser vor und nimmt die stehen gebliebene Wand

[4]) v. Seckendorff: Die Tiefbohrungen nach Steinsalz bei Schöningen in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. I. B. S. 75. Derselbe: über die beim Bohren angewendeten Meissel ebenda Bd. 9. B. S. 268.

durch die Nachschneiden nach. Da diese aber, wenn sie frei aus dem Stangenschafte herausragen, einen grösseren Durchmesser haben, als das Innere der Röhren, so müssen sie während des Einlassens des Meissels eingelegt und erst nach der Ankunft des Meissels auf der Sohle zu ihrer dem Bohrlochsdurchmesser entsprechenden Stellung ausspringen. Hierzu bedarf es einer complicirten, beim Bohren nicht immer zu empfehlenden Einrichtung mit Federn, welche das Ausspringen der Schneiden bewirken. Solche Bohrinstrumente sind von Bruckmann, Dégoussée, Häcker, v. Reichenbach, besonders von Kind angegeben und angewendet. Vervollständigt und praktisch nutzbar gemacht hat diese Einrichtung v. Seckendorff in Schöningen.[5] Die nähere Beschreibung dieses Bohrapparats folgt unten, wo von dem Erweitern der Bohrlöcher die Rede ist.

Die angeführten Meisselbohrer sind die bei Tiefbohrungen allein anwendbaren, man hat indess für geringere Bohrversuche auch noch andere angewendet.

5. Kreuzmeissel oder Kreuzbohrer: zwei gewöhnliche Meissel durchkreuzen sich unter einem rechten Winkel;

6. Zettbohrer mit einer Schneide, welche einem **Z** entspricht, ebenso

7. Esbohrer mit einer **S**-förmigen Schneide;

8. Kolbenbohrer: die im Kreuz liegenden concaven Schneiden bilden fünf Spitzen, von denen die mittlere (½ Zoll) 13 Millimeter vor den übrigen in einer Ebene liegenden Spitzen vorgreift;

9. Kronenbohrer: hier kreuzen sich gleichfalls zwei schwach concav gekrümmte Schneiden, lassen in der Mitte eine Vertiefung und bilden also nur vier Spitzen.

Alle diese und ähnliche Vorrichtungen sind veraltet und durch den Meissel mit Ohrenschneiden verdrängt, welcher besser, als jene, den Zweck des Rundbohrens erreichen lässt.

10. Der Bohrmeister Sonntag wendet beim Seilbohren einen Meissel mit diagonaler Schneide an.[6] Das Blatt ist nicht, wie gewöhnlich, konisch, sondern gerade; die Schneide, Fig. 32, befindet sich nicht in der Mitte des

Fig. 32.



Blattes, sondern in der Diagonale, ausserdem sind die Ecken durch Nachschneiden von 13 Millimeter Breite verstärkt. Die Einrichtung hat den Zweck, dass der in Folge der Torsion des am Seile hängenden Meissels schiefe Stoss die Schneide weniger abnutzt und seine Richtung mehr in die Mitte der Masse trifft.

---

5) v. Seckendorff, ebenda. Bd. 1. B. S. 76.

6) Berg- und Hüttenm. Zeitung von Kerl und Wimmer. Leipzig 1869. S. 5. 168.

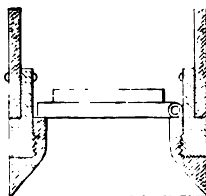
11. An Stelle der Meissel sind, wie beim Handbohren in der Grube, auch bei Tiefbohrungen Bohrer mit Diamantschneide[7]) angewendet worden. An der Bohrstange befindet sich ein eisernes Bohrstück, in dessen unteren Kopf schwarze Diamanten, mit ihrer natürlichen Spitze nach unten gekehrt, eingesetzt sind; sie sind nicht in einem Ringe gruppirt, sondern bedecken die ganze Fläche. Man hat solche Bohrer im festesten Quarzgestein arbeiten lassen und dabei sehr günstige Resultate in Bezug auf Schnelligkeit des Abbohrens erzielt, auch eine Abnutzung der Diamanten nicht wahrgenommen.

12. Hat man den Meissel mit Ohrenschneiden nicht angewendet, so wird man fast immer in der Lage sein, mit der Büchse von Zeit zu Zeit nachzubohren, um das Bohrloch rund zu erhalten. Die Büchse ist ein glockenförmiges Instrument, welches unten einen scharfen Rand hat und mittelst einer Gabel mit dem Gestänge verbunden ist; durch Stossen mit der Büchse werden die Unebenheiten an den Bohrlochswänden beseitigt, es bleibt dies aber ein unvollkommenes und zeitraubendes Verfahren.

### *c.* Bohrlöffel.

1. Gewöhnlicher Löffel (Schlammlöffel, Schmandheber). Dieser Löffel ist eine cylinderische Röhre aus Eisenblech, in seltenen Fällen aus Zinkblech; im letzteren Falle sind die Bleche an einander gelöthet, im ersteren genietet, wobei die Nieten nach Aussen stets versenkt werden, um ein Anhängen des Löffels zu vermeiden; auch nach Innen müssen die Niete gut verarbeitet sein. Die langen Nähte müssen alternirend stehen, die Niete müssen schachbrettförmig gesetzt sein. Am oberen Ende ist eine Gabel angenietet, welche sich nach Oben zu einer Schraube zusammenzieht; bei weiten Löffeln hat die Gabel vier Schenkel. Am unteren Ende des Löffels ist ein Ventilsitz angenietet oder angeschraubt, der aus Eisen besteht, gut verstählt ist und unten abgeschrägt wird. Auf dem Ventilsitz befindet sich an einem Charnier eine Lederklappe mit Eisen beschlagen, Fig. 33, zuweilen auch mit einer Stange nach Unten, um beim Aufsetzen

Fig. 33.



des Löffels das Oeffnen der Klappe sicher zu bewirken; bei weiten Löffeln hat man auch doppelte Klappen angewendet. Dégoussée schlägt Kugel-

[7]) Ebenda S. 19. — Dingler polyt. Journal. Bd. 198. S. 369. — Glückauf. Essen 1871. Nr. 38. Jahrg. 1872. Nr. 12. — Berggeist. Köln 1871. S. 418.

ventile vor, die sich besonders beim Löffeln im Sande bewähren sollen. Das Ventil darf nicht zu hoch im Löffel liegen, um das Bohrloch vor Ort vollständig reinigen zu können. Der äussere Durchmesser des Löffels wird ($^3/_4$ bis 1 Zoll) 20 bis 26 Millimeter geringer, als die Bohrlochsweite genommen; die Höhe richtet sich nach dem Durchmesser und ist nicht leicht unter ($2^1/_2$ und über 12 Fuss) 0,785 und über 3,766 Meter.

Durch wiederholtes Aufstossen des Löffels wird der Bohrschmand in denselben hineingedrängt, die geschlossene Klappe hindert sein Zurückfallen. Selten wird der Löffel an einem festen Gestänge in das Loch eingeführt, meist mittelst Seil, wobei zur Beschwerung einige kurze Gestängestücke auf den Löffel aufgeschraubt werden und zwischen dem letzten Gestängestück und dem Seil eine Rutschscheere eingeschaltet wird. Das Seil wird in Längen bis zu (2000 Fuss) 628 Meter angewendet, theils getheerte Hanfseile ($^3/_4$ bis 1 Zoll) 20 bis 26 Millimeter stark, theils Seile von Eisen- oder Gussstahldraht in ($^5/_8$ Zoll) 16 Millimeter Stärke.

Fig. 34.



2. Soollöffel (Soolheber). Die Soollöffel sind bestimmt, Salzsoole oder andere erbohrte Flüssigkeiten zu Tage zu fördern und bestehen meistentheils aus kupfernen, durchaus wasserdicht gefertigten Cylindern.

Fig. 34 stellt einen solchen Löffel dar, der unten einen Boden besitzt und oben mit einem Ventil geschlossen ist; das Ventil ist mit einem Steg versehen, an welchem zu beiden Seiten des Löffels eiserne Stangen hängen, die sich unten zu einer schweren Birne vereinen. Sobald der Löffel vor Ort des Bohrlochs ankommt, stösst die Birne auf, wodurch das Ventil gehoben wird und die Soole in den Löffel eintreten kann; beim Aufheben des Löffels zieht die schwere Birne das Ventil wieder zu, so dass die Soole unvermischt mit oberen Wassern zu Tage kommt. Die Soole darf nicht durch Schmand verunreinigt sein, weil sonst das Ventil leicht sich nicht schliesst und der Zweck vereitelt wird. — Um den Löffel in oberen Höhen anwenden zu können, kann man statt der Birne eine Schraubentute anbringen und in diese so viel Stangen einschrauben, als nöthig sind, den Löffel in einer bestimmten Höhe zu fixiren; der Gebrauch ist dann der vorher beschriebene.

Um dies erreichen zu können, bediente man sich bei einem Bohrversuche zu Artern eines vollständig geschlossenen, cylinderischen Soollöffels, der an seinem oberen Deckel einen kurzen offenen und nur mit einem Korkstöpsel verschlossenen Hals hatte; von dem Korkstöpsel führte ein Bindfaden zu Tage. Sobald der Löffel in der bestimmten Tiefe angelangt war, zog man mittelst des Bindfadens den Kork, so dass die Soole eintreten konnte; beim Aufheben aber blieb der Hals offen und es konnten sich obere Wasser mit der im Löffel befindlichen Soole mischen, so dass man kein ungetrübtes Resultat hatte.

Dégoussée[8]) beschreibt einen Soollöffel, Fig. 35, in dessen oberem Deckel sich eine rechts geschnittene Schraube bewegen kann; die Schraube verlängert sich nach unten in eine Stange, welche zwei doppelte Kegelventile trägt. Ursprünglich befinden sich die oberen der beiden Doppelventile in ihren Sitzen; sobald die Schraube tiefer geschraubt wird, dringt die Soole von unten nach oben in den Löffel, bis beim Vorwärtsschrauben die unteren der beiden Doppelventile zu ihren Sitzen gelangen und der Löffel geschlossen ist.

Fig. 35.



Die vorbeschriebenen Soollöffel haben den Uebelstand, dass sie häufig nicht stark genug construirt werden können, um dem Atmosphärenüberdruck im Tiefsten des Bohrlochs widerstehen zu können, so dass sie sehr oft zusammengedrückt zu Tage kommen. Dem zu begegnen, construirte Brandes[9]) folgenden Soolheber. Zwei Cylinder aus Eisenblech werden an einander geschraubt, von denen der obere allseitig geschlossen, der untere unten offen ist, der untere muss so viel mehr Capacität, als der obere haben, als Atmosphären auf den Apparat drücken; beide Cylinder communiciren durch ein oben und unten offenes Röhrchen, welches durch die Zwischendeckel beider hindurchgeht und bis nahe zum Deckel des oberen reicht. Auf dem oberen Deckel ist ein offener Hals aus Gummischlauch angebracht, in welchen ein eiserner Conus passt, der von Tage her durch ein Seil gezogen werden kann, während er sich nach Unten in eine durch das Communicationsröhrchen hindurch gehende Stange verlängert, die ein Gewicht trägt und ausserdem eine Grundplatte, die in die untere Oeffnung des Röhrchens passt. Während des Einlassens steigt aus dem unteren Cylinder keine Soole in den oberen; sobald der Punkt, wo die Soole geschöpft werden soll, erreicht ist, wird der Conus gezogen und dabei das Röhrchen von Unten geschlossen, so dass sich der obere Cylinder mit der Soole füllen kann; beim Heben des Apparats zieht das Gewicht den Conus herunter und schliesst den oberen Cylinder, während das Röhrchen wieder geöffnet ist. Ueber Tage wird der untere Cylinder abgeschraubt und die Soole aus dem oberen durch ein mit einer Schraube verschlossenes Loch zur Untersuchung abgelassen.

## II. Schaft- oder Mittelstücke.

### a. Obergestänge.

Das Obergestänge besteht entweder aus massiv eisernen oder aus hölzernen Stangen oder aus eisernen Röhren. Bei drehender Methode kann nur massiv eisernes Gestänge angewendet werden, auch bei stossender ist

[8]) Dégoussée: Die Anwendung des Erd- oder Bergbohrers. Deutsch. Quedlinburg 1851. S. 195.

[9]) Brandes in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 14. B. S. 255.

dies nothwendig, wenn man nicht mit Rutschscheere oder Freifallapparat arbeitet; auch sind massiv eiserne Stangen nothwendig, wo beim Vorhandensein von Nachfall im Loche Drehungen gemacht werden müssen, oder beim Fangen von gebrochenen, im Bohrloch zurückgebliebenen Gestänge- oder Meisseltheilen. Bei der Benutzung der Rutschscheere oder der Freifallapparate kann man sich der eisernen oder der hölzernen Stangen oder beider zu gleicher Zeit bedienen, indess können die hölzernen nur dann zum Gebrauch gelangen, wenn die Bohrlöcher mit Wasser erfüllt sind, was allerdings Regel ist, ferner auch nur dann, wenn ein grösserer Durchmesser, mindestens von (6 bis 8 Zoll) 157 bis 209 Millimeter vorhanden ist, weil die hölzernen Stangen selbst zu ihrer Stabilität schon eines grösseren Durchmessers bedürfen. Das eiserne Hohlgestänge endlich ist nur ausnahmsweise benutzt worden, obwohl es von v. Oeynhausen dringend empfohlen wird und Dégoussée in Frankreich patentirt wurde.

### 1. Massiv eisernes Gestänge.

Der Querschnitt der eisernen Stangen ist meist quadratisch, selten rund, was nicht nur unzweckmässig, sondern auch theuerer in der Anfertigung ist; wählt man einen runden Querschnitt, so müssen stets die Enden quadratisch ausgeschmiedet werden, um den Schlüssel zum An- und Abschrauben anlegen zu können. Die Stangen müssen aus bestem und zähestem Eisen angefertigt werden, am sichersten aus Hammereisen, bei Holzkohlen dargestellt, doch findet man auch Walzeisensorten, welche dem Zwecke genügen.

Die Abmessungen des Querschnitts sind abhängig von der Tiefe und der Art des Bohrens. Bei drehendem Bohren und einem Durchmesser des Lochs von ($3^1/_2$ bis 4 Zoll) 92 bis 105 Millimeter reicht man mit (1 Zoll) 26 Millimeter Seite bis zur Tiefe von (90 bis 100 Lachter) 188 bis 209 Meter, obwohl hierbei schon die Torsionselasticität häufig überwunden wird und die Stangen spiralförmige Drehung annehmen. Beim stossenden Bohren ohne Rutschscheere, was höchstens bis (50 Lachter) 105 Meter geschehen sollte, ist (1 Zoll) 26 Millimeter Seite ausreichend; hat man tiefer zu gehen, so ist das untere Drittel der Stangen, welches am meisten vom Stosse zu leiden hat, ($^5/_4$ Zoll) 33 Millimeter stark zu nehmen. Bei Anwendung der Scheere ist bis (100 Lachter) 209 Meter Tiefe eine Stärke von ($^3/_4$ bis $^7/_8$ Zoll) 20 bis 23 Millimeter vollständig ausreichend; bei dem tiefen Bohrloch zu Neusalzwerk, wo man (2130 Fuss) 674 Meter leichtes Obergestänge ($4^1/_3$ Pfund auf den laufenden Fuss) und (90 Fuss) 28 Meter Untergestänge ($17^1/_2$ Pfund auf den laufenden Fuss) anwendete, genügte (1 Zoll) 26 Millimeter Stärke vollkommen. Bei anderen Bohrversuchen hat man allerdings stärkere Stangen angewendet, aber wohl über das Bedürfniss hinaus; die Gränzen schwanken zwischen ($^3/_4$ und 2 Zoll) 20 und 52 Millimeter.

Ein Brechen der Kanten, d. h. die Herstellung eines symmetrisch achteckigen Querschnitts, wie es bei Handbohrern zur besseren Führung durch den Arbeiter nothwendig, ist nicht erforderlich und erhöht nur die Kosten.

Die Länge der Stangen ist im Allgemeinen principmässig so gross, wie möglich, zu nehmen, um die Zahl der künstlichen Verbindungsstellen im Gestänge zu vermeiden, welche die Sicherheit desselben verringern, theuer sind und die Arbeit beim Aufholen und Einlassen des Gestänges verzögern. In der Wirklichkeit modificirt sich dieses Princip durch die Vorrichtungen zum Ausziehen des Bohrgestänges und die Höhe des Bohrthurms, sowie dadurch, ob die Stangen nach dem Ausholen aufgehangen oder gelegt werden; jedenfalls ist das Hängen wegen kürzeren Aufenthalts und besserer Erhaltung der Stangen zweckmässiger, als das Legen. Bei den Tiefbohrungen zu Schöningen, welche für viele Einrichtungen zum Muster dienen können, hatte man zwar Stangen von nur (27 Fuss) 8,336 Meter Länge, man zog aber immer mittelst eines Zuges 3 Stangen, also (81 Fuss) 25 Meter zu Tage und hatte hiernach die Höhe des Bohrthurms eingerichtet[10]. Die von Beer[11]) angegebene Scala: (12 Fuss) 3,766 Meter Länge bei (1 Zoll) 26 Millimeter Stärke, (15 Fuss) 4,708 Meter bei (1¼ Zoll) 33 Millimeter, (18 Fuss) 5,649 Meter bei (1½ Zoll) 39 Millimeter, höchstens (30 Fuss) 9,416 Meter bei (1¾ Zoll) 46 Millimeter entbehrt der inneren Begründung und der Wirklichkeit. Im Allgemeinen findet man die Stangen nicht länger als (30 Fuss) 9,416 Meter, weil sie bei grösserer Länge in der Schmiede nicht mehr leicht zu handhaben sind, selten sind sie bis (40 Fuss) 12,554 Meter lang, obwohl Rost[12]) (50 Fuss) 15,693 Meter Länge empfiehlt. In vielen Fällen wird man durch die Länge des käuflichen Eisens beschränkt sein, sowie durch die Unmöglichkeit, in der Schmiede zu lange Stangen an einander schweissen zu lassen. Jedenfalls ist es zu empfehlen, die Stangen durch das Gestänge hindurch von gleicher Länge zu nehmen, weil dadurch die Arbeit des Einlassens und Ausholens viel sicherer vor sich geht, als bei verschiedenen Stangenlängen. Ausser den Hauptstangen bedarf man noch kurzer Aufsatzstangen, deren Länge sich nach der auf einmal abzubohrenden Tiefe richtet. Für stossendes Bohren kommt hierbei die Stellschraube in Betracht; erlaubt diese beispielsweise (1 Fuss) 0,314 Meter abzubohren und sind die Hauptstangen (30 Fuss) 9,416 Meter lang, so braucht man Aufsatzstangen von (1, 2, 3, 4, 5 und 15 Fuss) 0,314, 0,628, 0,942, 1,255, 1,569 und 4,708 Meter Länge, schiebt aber besser noch ein Zwischenglied von (10 Fuss) 3,139 Meter Länge ein, um weniger Verbindungsstellen zu haben.

Das Richten der Stangen oder der Stangenzüge (wo mehrere Stangen mit einem Zuge ausgeholt werden) ist dringend nothwendig, um ein gerad-

---

[10]) v. Seckendorff: Die Tiefbohrungen zu Schöningen a. a. O. Bd. I. B. S. 67.
[11]) Beer: Erdbohrkunde S. 62.
[12]) Rost: Deutsche Bergbohrerschule. Thorn 1843. S. 95.

liniges Loch zu erhalten, um so dringender, wenn ohne Freifallinstrument gebohrt wird. Es geschieht auf Böcken, deren obere Fläche genau in einer Horizontalebene liegt, besser aber auf einer Richtbank, welche (3 bis 4 Fuss) 0,942 bis 1,225 Meter breit ist und ($2^1/_2$ Fuss) 0,654 Meter über dem Erdboden liegt. Die Stangen werden handwarm gemacht und mit leichten Hammerschlägen bearbeitet.

Stangenschlösser. Die Verbindung der Stangen erfolgt gewöhnlich durch Schrauben; an dem oberen Ende der Stangen befindet sich die Spindel, an dem unteren die Mutter. Dicht unter der Schraubenspindel oder (6 bis 9 Zoll) 157 bis 235 Millemeter darunter ist ein Wulst oder ein Bund angebracht, um das Gestänge auf der Hängebank abzufangen; bedient man sich zum Einhängen der sogenannten Krückelstühle, so sind zwei solcher Wülste zweckmässig anzuwenden (Fig. 36). Der Wulst oder Bund hat einen runden oder viereckigen Querschnitt, oft auch sechs- oder achteckigen, wofür indess kein Grund geboten ist. Statt der Bunde sind sehr geeignet Gestämme oder Verstärkungen, welche zuerst von Kind angegeben, auch von Degoussé empfohlen sind; sie lassen sich aus dem Ganzen schmieden, während die Bunde meist nur aufgeschweisst werden (Fig. 37). Die Abmessungen der Schrauben werden verschieden angegeben. Als Haupt-

Fig. 36.



Fig. 37.



grundsatz wird anzunehmen sein, dass der Durchmesser der Schraube mindestens der Stärke der Stange entspricht. Ottiliä[13]) giebt bei (1 Zoll) 26 Millimeter runden Stangen den Durchmesser der Schraube zu (1 Zoll) 26 Millimeter, die Länge zu ($2^1/_2$ Zoll) 65 Millimeter und fordert 9 dreieckige Gewinde; zu Schöningen[14]) hatte man für die (1 Zoll) 26 Millimeter starken Stanken ($1^3/_8$ Zoll) 36 Millimeter starke, (2 Zoll) 52 Millimeter lange Schrauben mit 9 Gewinden von ($1^1/_2$ Linien) 3 Millimeter Tiefe; Rost[15]) giebt an bei einer Stärke der Schrauben von ($1^3/_4$ Zoll) 46 Millimeter

[13]) Ottiliä: a. a. O. Bd. 7. B. S. 225.
[14]) v. Seckendorff: a. a. O. Bd. I. B. S. 67.
[15]) Rost: a. a. O. S. 68.

eine Länge von ($3^3/_4$ Zoll) 98 Millimeter und 8 bis 10 Umgänge von (1 Linie) $2^1/_2$ Millimeter Tiefe, bei einer Schraubenstärke von ($1^1/_4$ Zoll) 33 Millimeter eine Länge von ($2^1/_2$ Zoll) 65 Millimeter und 8 bis 10 Umgänge von ($^7/_8$ Linien) 2 Millimeter Tiefe. Beer[16]) nimmt für ($1^1/_3$ Quadratzoll) $8^1/_2$ □ Centimeter Querschnitt oder 29 Millimeter Seite (15 bis 16 Linien) 33 bis 35 Millimeter als Stärke der Schrauben an, ($1^3/_4$ bis 2 Zoll) 46 bis 52 Millimeter Länge, auf (1 Zoll) 26 Millimeter der Länge ca. $4^1/_2$ bis 5 Gewinde von ($1^1/_2$ Linien) 5 Millimeter Tiefe. — Es ist zweckmässig, die Schrauben nach Oben leicht konisch zu machen und anfänglich von der Mutter nur einige Gewinde — nach v. Seckendorf genügen drei — fassen zu lassen, weil sich beim Gebrauch die Gewinde leicht abarbeiten und alsdann, ohne eine Erneuerung der ganzen Schraube nothwendig zu machen, ein Tieferschrauben der Mutter auf die Spindel ermöglicht wird. Die Gewinde werden dreieckig und meistentheils rechts geschnitten; links geschnittene werden nur ausnahmsweise angewendet, wenn von dem Bohrgestänge Theile im Loche sitzen geblieben sind und durch Abschrauben wieder gewonnen werden sollen. Alle Schrauben müssen nach demselben Modell geschnitten sein, wesshalb man zur Prüfung eine feste Lehre benutzen muss; überhaupt muss man bei der Ausführung mit der grössten Sorgfalt verfahren. Wo es die Vorrichtungen erlauben, ist es zweckmässig, die Schrauben unmittelbar an den Stangen herzustellen; in kleinen Bohrschmieden arbeitet man die Schrauben für sich und schweisst sie an die Stangen. — Der Schraubenverbindung ist vorgeworfen, dass sie nur Drehung des Gestänges nach einer Richtung erlaubt; das ist richtig, aber unerheblich. Wird eine andere Drehung erforderlich, wie bei Brüchen, so ist man, wie bereits oben erwähnt, zuweilen genöthigt, links geschnittene Gestänge anzuwenden, oder man durchbort Spindel und Mutter und verhindert durch einen eingesteckten Bolzen die Drehung der Schraube, oder man zieht eine Muffe über das Schloss, welches vorher an einer Seite abgefeilt ist, einem Ausschnitt in der Muffe entsprechend, und fixirt das Ganze durch einen Schliesskeil, oder endlich man versieht das Schloss ausserhalb mit linksgeschnittenen Schraubengängen und zieht eine Schraubenmuffe darüber.

Alle anderen Stangenschlösser sind unzweckmässig. Sehr unpraktisch ist das Zapfenschloss, wobei statt Schraubenspindel ein pyramidaler Zapfen und statt der Mutter eine Hülse vorhanden ist, durch Hülse und Zapfen gehen viereckige Schraubenbolzen. Aehnlich ist das Gabelschloss, wo der pyramidale Zapfen durch einen flachen rechtwinkeligen und die Hülse durch eine den Zapfen umschliessende Gabel ersetzt sind.

Ausserdem hat man Blattschlösser, bei denen je zwei Stangen in verschiedenen Blattverbindungen auf einander gelegt werden, über diese Verbindungen werden Klemmringe aufgetrieben und ausserdem Schraubenbolzen durchgezogen. Alle diese Schlösser sind wegen der daran befind-

---

[16]) Beer: Erdbohrkunde S. 63.

lichen vielen Theile für die Bohrarbeit gefährlich, weil sich dieselben leicht durch die Erschütterungen lösen, in die Bohrlöcher fallen und dadurch Klemmungen und Brüche verursachen; ausserdem bringen sie beim Einlassen und Ausheben des Gestänges vielen Aufenthalt mit sich. Nur bei der Verbindung des Meissels mit dem Bohrklotz und des Bohrklotzes mit den oberen Gestängetheilen hält man ähnliche Verbindungen für nothwendig, meistens das Zapfenschloss oder auch Muffenverbindungen mit Keil.

Zur Verbindung der Bohrstangen giebt Tilley[17]) denselben an den Enden eine cylinderische Verstärkung, welche ausgebohrt und im Innern mit Schraubengewinden versehen wird; in die eine Stange wird eine Schraube, mit scharfen Schraubengängen versehen, zur Hälfte mit dem Schraubenschlüssel eingedreht, während die andere Hälfte in die nächst obere Bohrstange eingeschraubt wird, indem man die Stange selbst dreht. Die Verbindung erscheint nicht sicherer als die gewöhnliche Schraubenverbindung und deshalb nachtheiliger, weil sie längeren Zeitaufwand erfordert, indem bei-jeder Verbindungsstelle der Schraubenschlüssel zweimal angelegt werden muss.

Auch bei der Zusammenfügung des Meissels mit dem Bohrklotz benutzt Tilley diese Verbindung, wo sie alle Nachtheile der Schraubenverbindung im Vergleich zur Muffenverbindung im verstärktem Maasse mit sich führt.

### 2. Hölzernes Gestänge.

Die hölzernen Stangen sind nur anwendbar bei nassen Bohrlöchern mit grossem Durchmesser aus den schon oben (S. 63) angegebenen Gründen, ausserdem nur dann, wenn mit Freifallinstrument oder mindestens mit Rutschscheere gebohrt wird, weil den Holzstangen nicht Stabilität genug inne wohnt, um dem Stoss des Meissels widerstehen zu können. Für die Bohrarbeit selbst liefern bei Anwendung der Rutschscheere die hölzernen Stangen an sich keine Kraftersparung, da dieselbe nur von der Verringerung des absoluten Gewichts des Obergestänges abhängt, und es hierfür gleichgiltig ist, ob dasselbe von Eisen oder Holz, ob das Bohrloch trocken oder nass ist; in demselben Maasse aber, als durch die grössere Gewichtsverminderung des hölzernen Obergestänges die mechanische Arbeit beim Heben vermindert wird, wird auch beim Fallen, da das Obergestänge bis zum Auffallen des Meissels mit fällt, die Acceleration und demnach die Wirkung des Schlages vermindert. Jedenfalls ist ein mit Wasser oder Soole durchtränktes hölzernes Gestänge leichter, als ein eisernes: in Schöningen wogen die Holzstangen, welche ($2\frac{7}{8}$ Zoll) 75 Millimeter im Durchmesser und ($40\frac{1}{2}$ Fuss) 12,75 Meter lang waren, einschliessl. des Eisenbeschlages 65 Kilogr., also der laufende Meter 5 Kilogr., wogegen bei einem eisernen von

[17]) Berg- und Hüttenm. Zeitung von Kerl und Wimmer. Leipzig, 1869. S. 219. — Dingler polyt. Journal. Bd. 190. S. 358.

(1 Quadratzoll) 6,84 □Centimeter Querschnitt der laufende Meter 5,806 Kilogr. wiegt. — Auch beim Bohren mit Freifallinstrumenten liefern die hölzernen Stangen, wenn man das Obergestänge, sei es von Holz, sei es von Eisen, überhaupt abbalancirt, keine erhebliche Erleichterung für die Arbeitsleistung. — Dagegen aber wird die Arbeit des Aufholens ganz ausserordentlich erleichtert und beschleunigt, da ein viel geringeres Gewicht zu heben ist. Bei dem (2013 Fuss) 613,78 Meter tiefen Bohrloch in Schöningen waren (28½ Fuss) 8,94 Meter Untergestänge, welches in der Luft 410 Kilogr., im Wasser 357½ Kilogr. wog, das Obergestänge, (1984½ Fuss) 622,84 Meter lang, wog von Holz in der Luft 3185 Kilogr., im Wasser 930½ Kilogr., von Eisen 3671 Kilogr. in der Luft, 3201 Kilogr. im Wasser; es waren also zu heben bei hölzernem Obergestänge 930½ + 357½ = 1288 Kilogr., bei eisernem Obergestänge 3201 + 357½ = 3558½ Kilogr., es wog also im ersten Falle das zu hebende laufende Meter 2 Kilogr., im anderen 5½ Kilogr.

Nach den gemachten Erfahrungen gebrauchte man zum Aufholen des hölzernen Gestänges nur 44 Procent der Zeit, welche beim eisernen nothwendig war; 9 Mann holten (2013 Fuss) 631,78 Meter hölzernes Gestänge in 1½ Stunden auf, würden aber bei eisernem Gestänge 3,42 Stunden nöthig haben.

Nach Héricart de Thury[18]) sollen in Deutschland schon im 17. Jahrhundert hölzerne Bohrstangen angewendet sein, nach Bruckmann in Russland von jeher. Wirklich eingeführt wurden sie 1833 durch Hofrath Glenck bei einem Bohrversuch zu Büdingen, dann ausgedehnter versucht durch Kind bei Cessingen und in Gebrauch genommen bei Echternach. Bei Cessingen benutzte er Nadelholz, bei Echternach Eichenholz; das Holz wurde zu (2 Zoll) 52 Millimeter starken viereckigen Latten geschnitten, doch hatte es Schwierigkeiten, (25 bis 30 Fuss) 7,846 bis 9,416 Meter lange, geradgewachsene und astfreie, namentlich auch in den Fasern nicht gewundene Stämme zu finden. Später bei einem Bohrloch von (6 Zoll) 157 Millimeter Durchmesser zu Besch a. d. Mosel, Regierungsbezirk Trier, benutzte er wieder Nadelholz, (2 Zoll) 52 Millimeter im Quadrat stark, aus einem Stamm geschnitten, abgerundet zu (1¾ Zoll) 46 Millimeter Stärke, (40 Fuss) 12,55 Meter lang. Jetzt nimmt man fast allgemein Nadelholz, meistens Fichte, auch Lärche, welche wegen ihrer Astlosigkeit, Geschlossenheit und Unvernichtbarkeit im Wasser sehr geeignet ist, auch würde man Kiefer oder Eiche benutzen, doch sind diese schwerer zu beziehen. Je feinfaseriger das Holz ist, desto geeigneter ist es; ausserdem sind Bedingungen: ganz gerader Wuchs, möglichste Astfreiheit, nicht spirale Drehung der Fasern, weshalb man das Holz zu diesem Zweck nur aus dem Innern der Forsten nimmt. Entweder benutzt man einzelne Stämme, deren jeder eine Stange liefert, oder man schneidet die Stangen aus dickeren Stämmen, wo-

[18]) Beer a. a. O. S. 68.

bei man bei der Fichte das Kernholz vermeiden muss; in Schöningen hat man bemerkt, dass weniger starke Stämme bessere Stangen geben, wie man dort überhaupt gefunden hat, dass ganze Stämme von (3 Zoll) 78 Millimeter Durchmesser bei einer Länge von (36 bis 42 Fuss) 11 bis 13 Meter am zweckmässigten sind, obwohl an andern Orten[19]) die gegentheilige Erfahrung gemacht ist. Die Stärke der Stangen wird jetzt nicht leicht unter ($2\frac{1}{2}$ Zoll) 65 Millimeter genommen.

Sehr wichtig für die Haltbarkeit und Leistungsfähigkeit des hölzernen Gestänges ist die Verbindung je zweier Stangen untereinander; dieselbe erfolgt mittelst Vater- und Mutterschrauben, die entweder mittelst Blechhülsen oder mittelst Gabeln an die Stangen befestigt werden. Die Blechhülsen sind von Kind und v. Seckendorf angewendet. Nach des Letzteren Beschreibung[20]), Fig. 38, wird aus ($\frac{1}{4}$ Zoll) 7 Millimeter starkem Eisenblech eine (18 Zoll) 471 Millimeter lange pyramidale Röhre hergestellt, welche oben ($2\frac{1}{4}$ Zoll) 59 Millimeter, unten ($2\frac{3}{8}$ Zoll) 62 Millimeter Durchmesser erhält, ausserdem an ihrem unteren Ende auf ($3\frac{3}{4}$ Zoll) 98 Millimeter genau cylinderisch geformt wird; dabei nimmt man die Faden des Blechs rechtwinkelig gegen die Länge der Hülse, die Ränder des Blechs werden aufeinander geschweisst und ausserdem noch durch versenkte Niete aneinander befestigt, damit die Hülse vollständig stabil wird. In den cylinderischen Theil wird entweder ein Halsstück mit der Vaterschraube oder eine Büchse mit einer sechskantigen Hülse zur Aufnahme der Mutterschraube genau eingeschmiedet und durch drei Niete sorgfältig vernietet. Die Blechhülse wird handwarm gemacht und auf die gefettete Holzstange von unten her so weit aufgetrieben, bis diese genau an den cylinderischen Theil der Hülse reicht; demnächst wird die Hülse verkeilt. Zuerst bringt man einen (12 Zoll) 314 Millimeter langen, am Kopf (1 bis $1\frac{1}{4}$ Zoll) 26 bis 33 Millimeter dicken Keil von Buchenholz ein, alsdann einen eben so langen eisernen Keil von ($\frac{3}{4}$ bis 1 Zoll) 20 bis 26 Millimeter Dicke, endlich noch einen oder zwei (7 bis 9 Zoll) 183 bis 235 Millimeter lange, ($\frac{3}{4}$ Zoll) 20 Millimeter starke eiserne Keile. Nach der Verkeilung wird das Halsstück mit der Vaterschraube, beziehungsweise die Hülse mit der Mutterschraube so eingesetzt, dass das Kopfende der Holzstange genau auf diese Einsätze aufstösst, worauf die Vernietung derselben erfolgt. Die von Kind angegebene Hülse weicht von der beschriebenen dadurch ab, dass sie kein cylinderisches Ende hat. Die Hülsenverbindung hat den Nachtheil, dass sich trotz aller Sorgfalt bei der Anfertigung der Schlösser nach vielfachen Erfahrungen die Holzstangen während der Arbeit leicht aus den Hülsen herausziehen. Man ist deshalb bei dem Bohr-

Fig. 38.



[19]) Unger: Die Tiefbohrung bei Rohr unweit Schleusingen in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 7. B. S. 17.

[20]) v. Seckendorff, a. a. O. Bd. I. B. S. 67.

versuch zu Rohr bei Schleusingen[21]) zu einer anderen Verbindungsart übergangen, Fig. 39. Dieselbe besteht in einer eisernen Gabel, welche mit den (30 bis 36 Zoll) 785 bis 942 Millimeter langen, (4 Zoll) 105 Millimeter breiten Schienen den Kopf der Holzstange umgreift und am Ende, kolbenförmig ausgeschmiedet, die Vater- oder Mutterschraube erhält; die Schienen sind zur besseren Auflagerung nach Innen, der Holzstange entsprechend, gebogen. Die Holzstangen werden an den Enden konisch bearbeitet und so in die Gabel gesteckt, dass sie auf deren kolbenförmigen Ansatz dicht aufstossen; demnächst werden vier eiserne Ringe rothwarm aufgetrieben und endlich noch vier Niete zur vollständigen Verbindung der Schienen mit der Holzstange eingebracht. Ein solcher Beschlag wog 40 Kilogr., während die Seckendorff'schen Hülsen nur 18 Kilogr. wogen. Kind wendete eine ähnliche Gabelverbindung, wie die beschriebene, an, doch wurde dabei das Ende der Holzstange nicht konisch bearbeitet, sondern cylinderisch belassen.

Fig. 39.



Die Holzstangen haben im Allgemeinen den Nachtheil, dass sie in der Winterkälte, wenn sie nass aus dem Wasser kommen, leiden, sie erhalten Längsrisse, die sich allmälig erweitern, auch lockern sich die Beschläge. Ausserdem sind sie bei Anwendung des unten zu beschreibenden Fabian'schen Abfallstücks nicht vortheilhaft, wie die Erfahrungen bei den Bohrversuchen zu Königsborn in Westfalen und bei Rohr dargethan haben; die Drehung des Abfallstücks wird wegen der Torsion der Holzfaser nur bis auf bestimmte Tiefe fortgepflanzt, so dass die Arbeit des Krückelführers zu anstrengend wird.

### 3. Stangen aus hohlen eisernen Röhren.

Das Gestänge aus hohlen eisernen Röhren ist wie das hölzerne zur Verminderung des Gewichtes angewendet worden; es ist dies aber nicht zu verwechseln mit dem von Fauvelle angegebenen System, bei dem das ganze Gestänge eine einzige Röhrenleitung bildet. Das hier in Rede stehende Princip ist im J. 1841 Degoussée in Frankreich patentirt und durch von Oeynhausen wurde für das erste tiefe Bohrloch zu Neusalzwerk[22]) im Jahre 1843 ein solches Gestänge von (1898 Fuss) 560 Meter Länge angefertigt und im Jahre 1845 in Betrieb genommen. Er nahm gewalzte eiserne Röhren von ($^5/_4$ Zoll) 33 Millimeter lichtem Durchmesser, ($^1/_6$ Zoll) 4 Millimeter Wandstärke und (14 Fuss 1 Zoll) 4,419 Meter Länge, von denen je zwei zu einer Stange von (30 Fuss) 9,416 Meter Länge zusammengeschweisst wurden, eine solche Stange erhielt unten einen Zapfen mit einer Mutterschraube, oben einen solchen mit eine Vaterschraube; unter

---

[21]) Unger, a. a. O. Bd. 7. B. S. 17.

[22]) v. Oeynhaussen: Ueber das aus Hohleisen zusammengesetzte Bohrgestänge in Karsten u. v. Dechen Archiv 1847. Bd. 21. S. 135.

der Vaterschraube befindet sich ein Gestämme oder eine Wulst zum Abfangen der Stange (Fig. 40). Zuerst wurden die ($2\frac{1}{2}$ Fuss) 785 Millimeter langen Schraubenzapfen schweisswarm in die kalte Röhre getrieben, wobei man sich hüten musste, die Schweissnaht der Röhre aufzureissen, demnächst wurden die Zapfen, mit denen die Aneinanderschweissung zweier Röhren erfolgen sollte, und welche an der Seite des Aneinanderstossens schräg abgehauen waren, in gleicher Weise eingesetzt; dabei bohrte man kleine Löcher in die Röhrenwandung, um der Luft den Austritt zu gestatten, dieselben wurden später wieder zugelöthet. Beim Zusammenschweissen zweier solcher Röhren musste man darauf achten, dass die Stange gerade gerichtet blieb und kein Knie erhielt. Eine solche Stange wog 50 Kilogr., während eine massiv eiserne Stange für dieselbe Arbeitsleitung $67\frac{1}{2}$ Kilogr. wog. Bisweilen hatte während des Bohrens sich durch undichte Stellen Wasser in einzelne Röhren gezogen, was man durch längeres Feuchtbleiben der Aussenfläche wahrnahm; alsdann durchbohrte man die Röhrenwandung, wobei das Wasser herausspritzte; den Verschluss der Löcher und der undichten Stellen bewirkte man durch Löthung. Die Resultate sollen sehr befriedigend gewesen sein, doch ist eine weitere Anwendung später kaum gemacht worden.

Fig. 40.



Ganz ähnlich ist das Sytem von Dégoussée[23]), nur mit dem Unterschiede, dass die Zapfen und die Röhren noch durch zwei Nieten mit einander befestigt werden.

### b. Untergestänge.

Während beim Bohren mit steifem Gestänge dasselbe von Oben bis Unten gleichartig zusammengesetzt ist, hat man bei Anwendung der Rutschscheere und der Freifallapparate dem unter diesen Zwischenstücken befindlichen Theil des Gestänges eine ganz andere Gestalt zu geben, als dem oberen; während der obere Theil des Gestänges möglichst leicht sein soll, muss der untere ein so grosses Gewicht haben, dass der Meissel mit einem so bedeutenden Schlagmoment auf die Bohrlochssohle ankommt, um die beabsichtigte Wirkung zu erreichen.

Die grosse Bohrstange oder der Bohrklotz verbindet den fallenden Theil des Freifallapparats oder der Rutschscheere, die Zunge, mit dem Meissel; diese drei Theile zusammen müssen ein solches Gewicht haben, dass das Schlagmoment erreicht wird. Die Länge der Bohrstange muss so bemessen werden, dass das Abfallstück hoch genug über der Bohrlochsohle bleibt, um nicht in den Bohrschlamm hineinzureichen; auch muss die Masse des Bohrklotzes zu der des Meissels im Verhältniss stehen, damit der letztere nicht durch den Schlag leide, am zweckmässigsten ist das Verhältniss der Masse des Meissels zu der des Bohrklotzes wie 1 : 2. Kind

---

[23]) Dégoussée, a. a. O. S. 159.

wendet bei Bohrlöchern von (10 bis 12 Zoll) 262 bis 314 Millimeter Durchmesser eine Bohrstange von (15 bis 20 Fuss) 4,708 bis 6,277 Meter Länge an und giebt ihr oben (3½ Zoll) 92 Millimeter, unten (3¾ Zoll) 98 Millimeter im Quadrat Querschnitt, die Kanten sind gebrochen, das Ganze wiegt 4 bis 9 Centner; der obere Theil ist auf (30 bis 36 Zoll) 785 bis 942 Millimeter abgedreht, um die Leitung und den Fallschirm darauf zu bringen. Bei dem Bohrversuche in der Nähe des Dorfes Rohr bei Schleusingen, welcher schon oben erwähnt wurde, hatte der Bohrklotz bei Anwendung des Fabian'schen Abfallstücks ein Gewicht von 6 Centner, der Meissel wog ca. 4 Centner, die Zunge des Abfallstücks 3 Centner, so dass das ganze Schlaggewicht 13 Centner betrug. Klečka wendet bei seinem Abfallstück für ein Bohrloch von (6½ Zoll) 170 Millimeter Durchmesser einen Meissel von 15 Kilogr., eine (2½ bis 3 Zoll) 65 bis 78 Millimeter starke, (12 Fuss) 3,766 Meter lange Bohrstange von 125 Kilogr. Gewicht an, für einen Meissel von (8 bis 10 Zoll) 209 bis 262 Millimeter Breite und 25 bis 37½ Kilogr. Gewicht eine Stange von 4 bis 6 Centner Schwere.

Die Verbindung des Meissels mit dem Bohrklotz mittelst Schrauben ist unzweckmässig, die Schrauben halten nicht fest und stauchen sich, lassen sich schwer abschrauben und brechen; vor Allem ist es sehr schwierig, beim jedesmaligen Wiederanschrauben des Meissels ihn in die richtige Achse des Gestänges einzubringen. Deshalb ist man zuerst bei den Bohrversuchen auf der Saline Schönebeck, später ganz allgemein zu einer Zapfen- und Muffenverbindung übergegangen, welche sich vorzüglich bewährt hat[24]).

Der Meissel erhält (vergl. Fig. 30. 31) oben einen conischen Zapfen von (6 Zoll) 157 Millimeter Länge, von (3½ Zoll) 92 Millimeter unterem, (2½ Zoll) 65 Millimeter oberem Durchmesser, auf den Zapfen passt genau der Bohrklotz mit einer Muffe oder Tute, welche so lang sein muss, dass der Zapfen nicht auf den Boden der Tute aufstösst; im Zapfen und in der Tute befindet sich ein rechteckiges Loch, durch welches ein stählerner Keil gesteckt wird, der an der einen Seite einen Kopf, an der andern ein Splintloch mit einem Splintstift hat. Das Ganze ist von gehöriger Steifigkeit, der Meissel wird nach jedesmaliger Lösung immer wieder in die unveränderte Achsenlage eingebracht und die Lösung geht leicht und schnell vor sich. Statt des Splintes wendet man auch wohl einen Hilfskeil an, welcher von der entgegengesetzen Seite eingetrieben den Hauptkeil fest hält. Splint sowohl, wie Hilfskeil geben keine genügende Sicherheit, sie werden bei der Bohrarbeit locker; desshalb benutzte man bei dem Bohrversuche in der Nähe von Rohr[25]) einen Keil, welcher aus zwei gleichen, aufeinander geschweissten Stücken bestand, die Schweissnaht ging auf der kurzen Seite des Keils in seiner Längsrichtung hindurch; nach dem Eintreiben

[24]) v. Seckendorff a. a. O. Bd. I. B. S. 45.
[25]) Unger a. a. O. Bd. 7. B. S. 17.

des Keils in das Muffenloch wurde er in der Schweissnaht aufgespalten und so der Keil festgehalten; hatte sich der Keil gelockert, so öffnete man den Spalt weiter. — Bei einem (12zölligen) 31 Centimeter weiten Bohrloche zu Lütgeneder[26]) in der Nähe von Warburg blattete man Bohrklotz und Meissel zusammen und zog darüber einen konischen Ring, der sich indess bald ausweitete, man machte ihn zuletzt (1 Zoll) 26 Millimeter stark, (10 Zoll) 262 Millimeter lang von Gussstahl (Fig. 41). — Man hat sogar auch Gabel- und Blattverbindungen angebracht, die indess hier, wo es auf die grösste Sicherheit der Befestigung ankommt, noch weniger zu empfehlen sind, als bei dem Obergestänge. — Zur Vermeidung von Nachtheilen durch Brüche an der Verbindungsstelle hat Kind Sicherheitsschienen angewendet, mittelst deren Meissel und Bohrklotz verbunden werden, sie sind bestimmt, beide Theile noch zusammen zu halten, wenn an der Verbindungsstelle eine Lösung stattgefunden hat; beim Bruch von Meisselschrauben haben sie sich als praktisch bewährt, bei Muffenverbindung ist ein Bruch weniger zu fürchten, weshalb hierbei die Schienen überflüssig sind.

Fig. 41.



Fig. 42.



Zur Geradführung des Untergestänges sind auf dem Halse des Bohrklotzes Leitungen aufgesetzt, welche bestimmt sind, an den Bohrlochswänden eine Führung herzustellen. Früher machte man die Leitungen massiv tonnenförmig aus Eichenholz mit gebrochenen Kanten; sie hatten den Nachtheil, dass sie bei Klemmungen des Meissels nicht nachgeben und zerbrechen konnten und daher die Klemmungen vermehrten. Rost und Kind wendeten daher Leitkörbe an, bei denen ein oberer und unterer Ring durch tonnenförmig gebogene, eiserne Bänder verbunden sind, welche bei Klemmungen sich zusammenbiegen oder brechen und deshalb die eingetretenen Uebelstände nicht vermehren (Fig. 42). Der Leitkorb wird auf dem oberen, abgedrehten Theil des Bohrklotzes angebracht, auf dem er beim

---

[26]) Grund: Die Bohrversuche auf Steinsalz bei Scherfede und Lütgeneder in Westfalen in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 9. B. S. 161.

Auf- und Abgehen des Bohrklotzes leicht spielen kann. Vielfach bringt man derartige Leitkörbe auch am Obergestänge an, um jeder Schwankung des Gestänges aus der Achse des Bohrlochs entgegenzuwirken.

Unterhalb des Leitkorbes, auf der durch das Abdrehen hergestellten Brust des Bohrklotzes sitzt der von Rost angegebene Fallschirm, aus drei Lederklappen bestehend, welche oben und unten mit Eisenblech beschlagen sind; die mittlere Lederklappe hat nahezu den Durchmesser des Bohrlochs, die beiden anderen sind ein wenig kleiner. Der Fallschirm hat den Zweck, bei Gestängebrüchen, welche während des Einlassens oder Aufholens entstehen können, das Fallmoment des niedergehenden Bohrzeuges zu mässigen und dadurch einen starken Schlag des Meissels auf die Bohrlochssohle zu verhindern, wodurch sonst weitere Brüche hervorgerufen werden würden. Er hemmt aber beim ordnungsmässigen Gange der Arbeit den freien Fall des Untergestänges.

### c. Zwischenstücke.

Die langen, schweren Gestänge waren ein grosses Hinderniss für schnelles Vorrücken der Bohrarbeit, ja häufig überhaupt für das Gelingen derselben: das Gewicht des Gestänges nahm bei grösserer Tiefe beträchtlich zu, das Einlassen und Ausholen nahm bedeutende Zeit in Anspruch, die Bohrlochswände wurden durch das Schleudern der Stangen zerstört, aber vor allen Dingen die häufigen Brüche, welche durch das Fortpflanzen des Schlages beim Aufsetzen des Meissels veranlasst wurden, bewirkten unzählige Stockungen, oft gänzliche Einstellung der Arbeit. Es musste darauf Bedacht genommen werden, den unteren Theil des Gestänges vom oberen zu trennen, das nöthige Schlaggewicht in jenes allein zu legen und den oberen Theil so leicht als möglich herzustellen; als solche Mittel wurden zuerst die Rutschscheere und später die Freifallapparate ersonnen.

#### 1. Die Rutschscheere oder das Wechselstück.

Das Verdienst, diesen für die Bohrkunst so überaus wichtigen Weg gebahnt zu haben, gebührt dem verstorbenen Berghauptmann von Oeynhaussen, welcher die Rutschscheere im Jahre 1834 in dem tiefen Bohrloch zu Neusalzwerk zuerst anwendete. Dieselbe, Fig. 43, besteht aus zwei Theilen: der obere, mit dem Obergestänge verbunden, ist ein cylinderförmiges oder parallelepipedisches Stück, welches der Länge nach mit einem Schlitz und unten mit einem Ringe versehen ist, durch diesen hindurch geht die Zunge, an welcher das Untergestänge befestigt ist, und welcher oben mit einem Knopf endet, der in dem Schlitz Spielraum hat. Beim Einlassen hängt das Untergestänge mittelst des Knopfes auf dem Ringe des oberen Scheerentheils; wenn der Meissel aufschlägt, folgt das Obergestänge langsam nach, ohne dass der Schlag auf dasselbe wirkt, indem die Scheere an den Knopf herabruscht; dabei muss man sich so einrichten, dass der

Schlitz etwas länger ist, als der Hub, damit der Scheerenkopf nicht auf den Knopf aufstosse. Beim Anheben greift der Ring des oberen Theils unter den Knopf und nimmt so das Untergestänge wieder mit in die Höhe. Kind gab der Rutschscheere eine andere Anordnung, Fig. 44. 45. Bei derselben ist der geschlitzte obere Theil durch den unteren gabelförmig umfasst, durch die Gabel und den Schlitz geht ein fester Bolzen, an dem sich der obere Theil auf- und abwärts schieben kann. Die Wirkung ist dieselbe, wie bei der vorbeschriebenen Construction.

Fig. 43.



Fig. 44.



Fig. 45.



Um das Obergestänge langsam und ohne Schlag herabgleiten zu lassen, gab man ihm am Kraftarm des Bohrschwengels ein Gegengewicht, und zur Regelung des Hubes d. h. zur Vermeidung des Aufpralls des Obergestänges auf den Knopf oder den Bolzen des Untergestänges brachte man eine Prellfeder an, auf welche der Schwengel aufschlägt, wodurch der weitere Fall des Obergestänges regulirt wird.

Dessenungeachtet kamen noch häufig Brüche, namentlich in dem Knopf, beziehungsweise Bolzen der Rutschscheere vor, so dass man dieselbe bei der eigentlichen Bohrarbeit, nachdem man bessere und vollständigere Apparate erfunden hatte, nicht mehr benutzt; nur wenn das Bohrloch viel Nachfall hat, oder wenn man Unregelmässigkeiten in den Bohrlochswänden beseitigen will, oder beim Erweitern des Bohrlochs zur Einführung von Röhrentouren, oder beim Löffeln, um beim Festsitzen des Löffels Schläge geben zu können — also überall da, wo es sich darum handelt, durch kurze Schläge zu wirken, wendet man das Wechselstück noch ausnahmsweise an.

### 2. Freifallapparate.

Vollkommen war der Zweck, das Untergestänge von dem Obergestänge möglichst unabhängig zu machen, durch die Rutschscheere noch nicht erreicht, dies geschah erst durch Einführung der verschiedenen Freifallapparate, zu welchen jene den Weg gebahnt hatte.

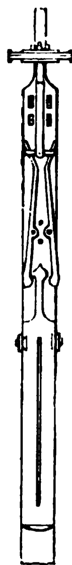
#### *aa.* Freifallinstrument von Kind[27]).

Wiewohl Rost sich die Erfindung dieses Apparates zuschreibt, so ist er doch von Kind früher, als von Rost ausgeführt und zum ersten Male 1845 bei einem Bohrversuche zu Mondorf angewendet worden. Die neuere, von Kind verbesserte Construction ist durch untenstehende Figuren verdeutlicht, von denen Fig. 46 eine Seitenansicht, Fig. 47 den innern Mechanismus nach Beseitigung einer Scheerenbacke darstellt. Der Apparat besteht aus zwei

Fig. 46.



Fig. 47.



Haupttheilen, aus der Scheere und der Zunge. Die Zunge hat dieselbe Breite wie die Scheerenbacken, sie ist in der Mitte mit einem Schlitz versehen, mit welchen sie über den am unteren Ende der Scheerenbacken befindlichen Leitbolzen auf- und niedergleiten kann; am unteren Ende ist die Tute angebracht, in welcher sie die Schraube des Bohrklotzes aufnimmt, oben geht sie in ein Köpfchen über, dessen Form sorgfältig gewählt werden

[27]) v. Seckendorff, Bergwerksfreund Bd. VII. S. 285. 567. — Beer, Erdbohrkunde S. 79 ff. — v. Seckendorff, Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. I. B. S. 72. — Unger, ebenda Bd. VII. B. S. 14. — Ebenda Bd. VII. C. S. XX.

muss, um das Greifen der Zange präcise geschehen zu lassen. Die Scheere wird aus zwei Backen gebildet, welche oben durch ein Halsstück, unten durch einen Leitbolzen zusammengehalten werden, zwei Stifte, auf der innern Seite einer Backe aufgenietet, hindern das zu feste Aufschrauben der anderen Backe; durch den Hals hindurch geht eine Spindel, auf welcher oben das sog. Hütchen sitzt, nach Unten verlängert sich die Spindel in den zangenförmigen Greifapparat, dessen Klauen so construirt sein müssen, dass sie das Köpfchen der Zunge präcise fassen; die Construction dieser Theile hat sich nach der Beschaffenheit des Gebirges zu richten, der Winkel der unteren Bahnen des Köpfchens muss sich dem rechten nähern, wenn das Gebirge stark an dem Meissel anhängt. Das Hütchen besteht aus mehreren Lederscheiben, welche genau der Bohrlochsweite entsprechen müssen, weshalb sie, um nicht durch Reiben an den Bohrlochswänden sich zu schnell abzunutzen, mit dünnem Eisenblech an den Rändern versehen werden; über und unter den Lederscheiben werden kleinere Eisenblechscheiben aufgelegt, um dem Ganzen Steifigkeit zu geben. Wenn man den Greifapparat nicht arbeiten lassen will, kann man das Instrument auch als Rutschscheere benutzen, indem man den Hub verkürzt und so bewirkt, dass die Zange das Köpfchen nicht erreicht, der Leitungskeil der Scheere also nach dem Aufsetzen des Meissels in dem Schlitz der Zunge hinuntergleitet, wozu man bei häufigem Nachfall, beim Klemmen des Meissels u. s. w. übergehen muss: diess thun zu können, ist ein wesentlicher Vorzug der neuen Construktion vor der älteren, man nennt dieses Verfahren „Bohren am Ringe oder in der Scheere".

Beim Einlassen und Aufholen des Bohrzeuges darf man die Zunge nie im Greifapparat, sondern man muss sie immer in der Scheere hängen lassen, weil andernfalls während der Arbeit das untere Zeug leicht abfallen kann und dadurch schwere Brüche entstehen. Wenn der Meissel in solcher Weise auf der Bohrlochssohle angelangt ist, wird das Gestänge so tief gesenkt, dass der Greifapparat das Köpfchen der Zunge fasst, demnächst der Hub regulirt und die Arbeit begonnen, indem der Schwengel niedergedrückt, also das ganze Bohrzeug gehoben wird, wobei es die Schwengelarbeiter nur mit dem Gewicht des Untergestänges zu thun haben, da das des Obergestänges einschl. das der Scheere am Abfallstück durch Conterbalancier abbalancirt ist. Beim Heben des Bohrzeuges drückt das Wasser, ohne dessen Vorhandensein dieses Instrument überhaupt nicht anwendbar ist, das Hütchen nach Unten, wodurch die Zange geschlossen bleibt, also das Unterzeug mit gehoben wird. In dem Augenblick, wo der Hub vollendet ist und der Kraftarm des Bohrhebels wieder in die Höhe geht, senkt sich das Bohrzeug nach Unten, der Druck des Wassers wirkt jetzt von Unten nach Oben gegen das Hütchen, hebt dasselbe, in Folge dessen der Greifapparat sich öffnet und das Untergestänge fallen lässt, welches bis zur Bohrlochssohle sinkt. Die Schlitzhöhe in der Zunge muss so regulirt werden, dass dieselbe beim Fallen nicht auf den Leitklotz aufschlägt

Sobald das Obergestänge beim fortgesetzten Sinken den tiefsten Punkt erreicht hat und die umgekehrte Bewegung wieder annimmt, greift die Zange das Köpfchen der Zunge, und das Spiel beginnt von Neuem. Durch Anbringung von Prellfedern, gegen welche der Schwengel prallt, wird das Oeffnen des Greifapparats befördert und exacter ausgeführt.

Das Instrument wird aus Schmiedeeisen hergestellt, Köpfchen und Zangen aber müssen aus Stahl gefertigt sein, weil sie sich am schnellsten abnutzen. Das Untergestänge muss so lang sein, dass das Hütchen über dem Bohrschmand zu stehen kommt, weil sonst sein Spiel beeinträchtigt wird. Das Hütchen leistet auch Dienste als Fallschirm und zwar besser, als der Fallschirm auf der grossen Bohrstange, dessen Anwendung hier ganz überflüssig ist.

So vortheilhaft das Instrument wirkt, so ist doch seine Anwendbarkeit nur dann möglich, wenn Wasser im Bohrloche ist, was übrigens meistens der Fall. Hierbei entstehen aber starke Strömungen, wodurch an den Wänden gewaschen und die Bildung von Nachfall und Weitungen befördert wird. Bei stärkerem Nachfall, welcher sich auf dem Hütchen anhäuft, versagt dieses den Dienst und das Instrument wird unbrauchbar[28]); eben so arbeitet in schlammigen Wasser der Greifapparat nicht gehörig, und wenn das Hütchen in Weitungen steht, also nicht mit den Bohrlochswänden abschliesst, hört seine Function auf, was man dadurch beseitigen kann, dass man unter dem Instrument eine Stange einschaltet, um das Hütchen über die Weitungen zu stellen.

Fig. 48.



Gegen Nachfall und Weitungen wendet v. Seckendorff den Hütchencylinder[29]) an. Ein Cylinder von Kupfer- oder Eisenblech, ca. (6 Fuss) 1,883 Meter hoch, umschliesst das Hütchen so, dass er mit seinem unteren Rande etwa ($1\frac{1}{2}$ Fuss) 471 Millimeter unter dem Hütchen steht, der Durchmesser des Cylinders und des Hütchens braucht nur (5 Zoll) 131 Millimeter zu sein, da die Seite des Bohrlochs nicht mehr bestimmend wirkt; oben ist der Cylinder mit einem Drahtnetz geschlossen, um den Nachfall abzuhalten. Auch die übrigen bezeichneten Störungen fallen bei Anwendung des Cylinders geringer aus.

*bb.* Abfallstück von Fabian[30]).

Das Instrument Fig. 48 ist einer Rutschscheere ähnlich, lässt aber den vollständig freien Fall des Untergestänges zu.

[28]) Engelhardt: Die Tiefbohrung auf dem Rothenberge bei Wersen. Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. VII. B. S. 40.

[29]) v. Seckendorff in Bergwerksfreund. Eisleben 1860. Bd. 22. S. 473.

[30]) Fabian, ein Abfallstück am Bohrgestänge, Karsten u. v. Dechen Archiv. 1848. Bd. 22. S. 207.

Es besteht aus zwei Theilen: der obere, mit dem Obergestänge verbundene, ist ein hohler Cylinder, der untere, die mit dem Untergestänge verbundene Zunge, ein genau abgedrehtes Stangenstück. Der Cylinder erhielt bei der ersten Anfertigung in seinen Seitenwänden vier, paarweise sich gegenüberstehende Schlitze, welchen entsprechend die Zunge oben mit vier, einen Quirl bildenden Ansätzen versehen war, an denen der Cylinder in seinen Schlitzen auf und nieder zu schieben ist. Die Schlitze haben an ihrem oberen Ende gut verstählte Keilsitze, auf welche sich die ebenfalls verstählten Keilansätze oder Flügel der Zunge aufsetzen konnten. Der Cylinder besteht aus vier einzelnen, gleichen und genau gegen einander gepassten Stücken, die oben zusammen eine Vaterschraube bilden und durch eine starke Mutterschraube zusammengehalten werden, am unteren Ende aber durch einen von unten warm aufgetriebenen Ring mit einander zu einem Ganzen verbunden sind, nachdem das Quirlstück in die Schlitze eingeführt ist; alle Theile werden aus dem Ganzen geschmiedet. Die Grösse und Stärke des Instruments richtet sich nach dem Durchmesser des Bohrlochs, weil hiervon die Schwere des Untergestänges und demnächst die Stärke der Flügel am Quirl abhängt. Die Schlitze müssen eine dem Hube entsprechende Länge haben, also länger als die Hubhöhe sein, damit kein Aufsetzen des oberen Stückes stattfinden kann. Um das Instrument vor dem Eindringen des Bohrschmands in den Cylinder zu schützen, muss es in angemessener Höhe angebracht werden, wird zu dem Ende auch wohl ganz mit einem Blechcylinder umgeben.

Die Manipulation ist folgende. Wenn der Meissel nach dem Einlassen des Gestänges vor Ort steht, so ruhen die Flügel der Unterstange auf dem unteren Ringe des Cylinders, wobei der Kraftarm des Bohrhebels sich in seinem tiefsten Stande befindet. Sobald die Arbeiter diesen Arm loslassen, geht das Obergestänge hinunter, der Cylinder schiebt sich, so weit die Höhe der Schlitzöffnungen es gestattet, über den abgedrehten Stangentheil hinunter, er gleitet also an den Flügeln des Quirls abwärts. Diese finden am oberen Ende der Schlitze eine kleine Abschrägung und rücken mit Hilfe derselben in die Ansätze ein, wobei eine unbedeutende Drehung des Obergestänges erfolgt und zwar in Beziehung auf die Schraubengewinde der Bohrstangen nach Links. Wird nunmehr der in die Höhe gegangene Kraftarm des Bohrhebels niedergedrückt, haken sich die Flügel auf den Ansätzen fest und das Untergestänge geht mit dem Obergestänge in die Höhe. Sobald der Bohrhebel den tiefsten Stand erreicht hat, muss der Bohrmeister beim Umsetzen des Krückels einen scharfen Ruck und zwar nach Rechts geben, wobei die Flügel aus den Schlitzerweiterungen herausgleiten und das Untergestänge frei herabfällt, indem die Schlitze die Führung für die Flügel abgeben.

Bei späteren Construktionen hat man den Cylinder nicht mehr vierbeinig, sondern nur dreibeinig oder auch nur zweibeinig geschlitzt, dem entsprechend also auch das Unterstück nur mit 3 oder 2 Flügeln versehen,

um die Summe der Reibung der Flügel auf den Schlitzansätzen beim Abwerfen zu verringern. Man hat dabei die Form der Flügel und der Sitze allmälig so gewählt, dass die Reibung auf das geringste Mass herabgeführt und das Abwerfen nach Möglichkeit erleichtert wurde.

Das Abwerfen ist sehr anstrengend für den Krückelführer und hindert die Arbeit; wendet man Holzstangen für das Obergestänge an, so kann die Torsion des Holzes das Abwerfen so erschweren, dass die fernere Anwendung des Instruments unmöglich wird. Bei dem Bohrversuche unweit des Dorfes Rohr fand man die Gränze der Anwendbarkeit des Fabian'schen Instruments unter Benutzung von Holzstangen in (500 Fuss) 156,93 Meter Bohrlochstiefe[31]); dagegen hat man bei Wersen in der Nähe von Ibbenbüren in einem Bohrloch von (9 Zoll) 235 Millimeter Durchmesser unter Anwendung des Fabian'schen Instruments und von Holzstangen bis (1305 Fuss) 409,575 Meter Tiefe gebohrt[32]), ebenso bei Lütgeneder und Scherfede bis (1344) 422, beziehungsweise (1330 Fuss) 417 Meter[33]), bei Spergau in der Nähe von Dürrenberg sind sogar (2000 Fuss) 628 Meter Tiefe erreicht worden[34]), allerdings bei einem auf ($7\frac{1}{2}$ Zoll) 196 Millimeter und später auf (5 Zoll) 131 Millimeter abgesetzten Bohrlochsdurchmesser.

Bei den Bohrversuchen zu Schöningen machte man die Erfahrung, dass man mit dem Instrument von Kind in der Minute 30 bis 35 Schläge, mit dem von Fabian nur 25 machen konnte, dabei ging das Umsetzen mit dem ersteren spielend, mit dem anderen nur unter grosser Anstrengung, ausserdem konnte man mit dem Fabian'schen nur höchstens (2 Fuss) 628 Millimeter Hub geben, während das Kind'sche ($2\frac{1}{2}$ Fuss) 641 Millimeter erlaubt. Bei dem Bohrloch Nr. 4 zu Elmen erforderte unter Anwendung von Menschenkraft (1 Zoll) 26 Millimeter abzubohren mit Fabian'schem Instrument 0,460 Stunden und 404,3 Hübe, mit Kind'schem 0,372 Stunden und 242,5 Hübe; da das Gebirge durchaus unverändert war, so lässt sich der beträchtlich geringere Effect des Fabian'schen Instruments nur dadurch erklären, dass man das regelmässige Umsetzen nicht völlig in der Gewalt und mehr Fehlhübe zu machen hat. Diesen Erfahrungen entgegen konnten in dem oben erwähnten Bohrloch bei Lütgeneder mit dem Fabian'schen Instrument 10 Arbeiter bei (18 Zoll) 471 Millimeter, mit dem Kind'schen aber nur 12 Arbeiter bei (15 Zoll) 392 Millimeter Hub arbeiten, was mit dem letzteren einen Mehraufwand an Kraft von 44 Procent ergibt; indessen ist jedenfalls der einzelne Schlag beim Kind'schen Apparat kräftiger, weil das Unterzeug ruhiger abfällt, wogegen beim Anheben das Gewicht der Wassersäule hemmend auf dem Hütchen lastet, was indess bei Anwendung von Maschinenkraft unerheblich ist.

---

[31]) Unger, a. a. O. Bd. VII. B. S. 18.
[32]) Engelhardt, eben da Bd. VII. B. S. 41.
[33]) Grund, eben da Bd. IX. B. S. 166.
[34]) Eben da Bd. XI. A. S. 211.

In Bezug auf den Kostenpunkt des Instruments ist das Fabian'sche dem Kind'schen viel vorzuziehen: bei dem Bohrversuche zu Rohr kostete das Fabian'sche bei 88 Kilogr. Gewicht ca. 80 Thlr., die drei Kind'schen von $306\frac{1}{2}$, $300\frac{3}{4}$ und $259\frac{1}{2}$ Kilogr. Gewicht 510 Thlr., 450 Thlr. und 432 Thlr.

Eine zweckmässige Vervollkommnung des Fabian'schen Instruments ist die Arretirung, durch welche das Unterstück beim Einhängen festgestellt werden kann; würden die Flügel des Quirlstücks auf den Sitzen an den oberen Enden der Schlitze ruhen, so könnten sie beim Einhängen sehr leicht plötzlich abrutschen, wodurch sehr gefährliche Brüche entstehen können. Ausserdem ermöglicht das Feststellen des Unterstücks das Bohren mit steifem Gestänge, was zuweilen nothwendig werden kann. Die Arretirung soll nach Beer[35]) von Emanuel Klečka in Böhmen im Jahre 1840 zuerst angewendet worden sein. Dieselbe besteht in ähnlichen Erweiterungen der Schlitze unmittelbar oberhalb des unten schliessenden Ringes, wie sie sich am oberen Theile der Schlitze finden, so dass die Flügel oder Fangnasen hier eingeklemmt werden können; die Erweiterungen der Schlitze am unteren Ende sind nach entgegengesetzter Seite wie oben anzubringen.

Eine unzweckmässige Arretirung in den oberen Sitzen mittelst eines vom Tage her zu bewegenden Schiebers liess sich Rost i. J. 1849 patentiren. Eine sehr complicirte Arretirung mit Spiralfeder und Stossscheibe mit Sperrzähnen, welche das eingeklemmte Stück festhalten, ist von Wlach[36]) angegeben.

Ein modificirtes Fabian'sches Abfallstück mit Auslösevorrichtung hat sich Rost i. J. 1849 patentiren lassen.[37]) Die Auslösevorrichtung hat die Form eines Bajonetteschlosses: der Quirl der Unterstange hat hier nur zwei Flügel und dem entsprechend die obere Scheere auch nur zwei Schlitze, die letzteren haben unten oberhalb des Schlussringes eine Erweiterung, in welche die Fangnasen bei einer Vierteldrehung des Scheerenstückes hineinschieben und festsitzen. Unterhalb der Erweiterung setzen die Schlitze durch den Ring hindurch fort, so dass man die Unterstange ganz von dem Scheerenstück trennen kann, was bei dem ursprünglichen Fabian'schen Instrumente nicht möglich. So vortheilhaft es ist, in jedem Augenblick die Unterstange untersuchen und repariren zu können, erfordert diese Einrichtung doch grosse Vorsicht und Aufmerksamkeit des Bohrmeisters, weil er sonst während des Bohrens das Unterzeug leicht verlieren kann. Auch wird durch diese Vorrichtug das Instrument länger, weil die Auslösungsvorrichtung zu der sonst für den Hub erforderlichen Länge der Schlitze

---

[35]) Beer, Erdbohrkunde. S. 100.

[36]) Beer, a. a. O. S. 105; auch österreichische Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen von v. Hingenau. Jahrg. 5. S. 198.

[37]) Beer, a. a. O. S. 97; auch berg- u. hüttenm. Zeitung v. Hartmann. Jahrg. 8 (1849). S. 295, eben da Jahrg. 11 (1852). S. 813.

noch hinzutritt. Bei den Bohrversuchen zu Scherfede und Lütgeneder[38]) hat man das Fabian'sche Instrument mit Auslösevorrichtung vortheilhaft angewendet.

### *cc.* Freifallstück von Werner.[39])

Werner will das Fabian'sche Instrument von dem Bohrmeister unabhängig und selbstfallend machen und benutzt dazu, wie Kind, das Lederhütchen, so dass sein Instrument nur in Bohrlöchern mit Wasser brauchbar ist, überhaupt nur da angewendet werden kann, wo das Hütchen das Spiel nicht versagt; dagegen ist der Kind'sche Greifapparat beseitigt, wodurch das Instrument brauchbarer wird, als das Kind'sche.

Die runde Unterstange hat an ihrem oberen Ende zwei Flügel; das obere Stück besteht aus zwei Schienen, welche geschlitzt sind und am oberen Theile der Schlitze Keilsitze haben, wie beim Fabian'schen Instrument. Auf dem Halse des Oberstücks ist ein Fallschirm oder das Hütchen angebracht, an welches, rechtwinkelig gegen die geschlitzten Schienen, zwei andere kürzere, unten durch einen Ring geschlossene Schienen befestigt sind. Auf der innern Seite jeder dieser Schienen ist ein stählerner Stossbacken angenietet; andererseits hat das Quirlstück ausser dem gewöhnlichen Fangkeil noch einen zweiten, etwas tiefer und um etwa 70 Grad gegen den ersten verwendet stehenden Keil, den Stosskeil. Wenn der Meissel auf der Bohrlochssohle angelangt ist und nunmehr das Obergestänge weiter abwärts geht, gleitet das Scheerenstück in seinen Schlitzen an den Fangkeilen nach Unten, wobei der Stosskeil an den Stossbacken vorbeigleitet, indem sich zugleich der Fallschirm auf den Nacken des Scheerenstücks auflegt. Sobald die Fangkeile in die Sitze am oberen Ende der Schlitze eingegriffen haben, erfolgt das Heben des ganzen Gestänges, wobei der Fallschirm seine Stellung unverändert beibehält und sie auch noch inne hat in dem Moment, wo der Bewegungswechsel am Schwengel, also der Gang des Gestänges nach Unten eintritt. In diesem Moment gleitet der Stosskeil an dem Stossbacken nach Unten, bewirkt dadurch eine Drehung des Untergestänges, somit eine Lösung der Fangkeile aus ihren Sitzen und den freien Fall des Unterzeuges, so dass also das lästige Abwerfen desselben durch den Krückelführer beseitigt ist.

Das Instrument hat wegen des Fallschirms die Nachtheile des Kindschen Apparats, fällt auch schwer und gross aus, ist aber weniger complicirt und zerbrechlich, als das Kind'sche. Der Effect dieser seit 1856 bei wenigen Bohrversuchen in Gebrauch genommenen Einrichtung ist noch nicht erprobt, wiewohl der Erfinder dieselbe sehr empfiehlt.

---

[38]) Grund a. a. O. Bd. 9. B. S. 154.

[39]) Werner, verbesserter Fabian'scher Freifallbohrapparat in Bergwerksfreund Bd. 21. S. 273.

*dd.* Abfallinstrumente neuerer Construction.

Der Bohrinspector Zobel zu Elmen bei Schönebeck, welcher die auf fiscalische Kosten betriebenen Bohrversuche in Preussen zu beaufsichtigen hat, ist durch seine vielfachen Erfahrungen darauf hingeführt worden, ein neues Abfallstück zu ersinnen, welches ihm im Jahre 1859 patentirt ist.

Fig. 49 ist eine Seitenansicht nach der breiten, Fig. 50 eine solche nach der schmalen Seite, Fig. 51 ein Durchschnitt, Fig. 52 bis 55 sind Regulirungstheile im Detail dargestellt. Das Instrument besteht aus vier Haupttheilen, nämlich aus dem Oberstück a, welches sich an das Obergestänge anschliesst; mit demselben sind durch vier Paar Doppelkeile 1 verbunden die Schienen bb'. Diese umfassen den eigentlichen Fallapparat c, welcher durch den am unteren Theil der Schienen bb' liegenden und durch diese hindurch gehenden Keil 2 mit den Schienen derartig verbunden ist, dass seine Detachirung nur durch Beseitigung oder Bruch des Keils möglich ist; in dem Fallstück c befindet sich ein Schlitz von 785 Millimeter Länge, damit dasselbe über den Keil weggleiten kann. Am oberen Ende des Fallstückes c befindet sich der Eisengurt 5, festgehalten durch die Doppelkeile 6, welcher die Stahlpfanne 7, den Flügelkeil 8, gleichfalls aus Stahl und die Pfanne 11 umschliesst, wovon der Flügelkeil durch die Fig. 54 und 55 besonders dargestellt ist; um den Flügelkeil nicht in zu grosse Friction zu bringen, falls die Keile 6 zu stark angezogen worden sind, ruht die Pfanne 11 auf Gummi. Unterhalb des Eisengurts hat das Fallstück massive Ansätze 9, in welche schwalbenschwanzförmige Keile 10 eingesetzt sind, um zur Führung an den Schienen b zu dienen. Der Flügelkeil ist sehr leicht um seine Achse drehbar und wird durch das vierte Hauptstück des Apparats, durch die Schieber ee' in die in Fig. 52 und 53 bezeichnete verschiedene Lage gebracht; diese Schieber sind der Regulator und werden durch den nach Unten gestülpten Schirm d in Bewegung gesetzt, welche wie beim Hütchen des Kind'schen Apparats erfolgt und durch den Keil 13 und die Nasen 14 begränzt wird. Die Zeichnungen stellen das Instrument im höchsten Stande des Hubes in dem Moment dar, wo der Flügelkeil durch die Stellung der Schieber nach Fig. 53 aus dem Sitze 12 gelöst ist, also das Fallstück frei hinunter fallen kann. Die Schieber sind in den Fig. 49, 50, 51 nicht dargestellt; denkt man sich dieselben aus Fig. 53 nach Fig. 49 hinüberbewegt und so aufgelegt, dass die Schrauben 3 in die Schlitze des Schiebers eingreifen, so wird der Flügelkeil von dem Sitze 12 gelöst sein. Diese Stellung des Schiebers ist nur möglich beim Niedergange des Bohrzeuges in dem Augenblick, wo der Schirm sich gegen das Wasser bewegt. Dagegen wird im tiefsten Stande des Bohrzeuges und während seines Aufganges der Schieber die Stellung wie in Fig. 52 haben, wobei der Flügelkeil durch die Oberkante des schrägen Schiebereinschnitts fest auf dem Sitze gehalten wird, was nur erst wieder beseitigt wird, wenn der Rückgang beginnt, der Schieber aber seinen Weg nach Oben noch fortsetzt, bis der Schirm an

Fig. 49.

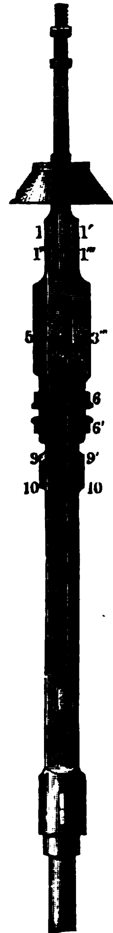


Fig. 50.

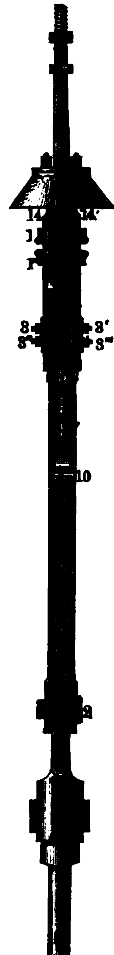


Fig. 51.

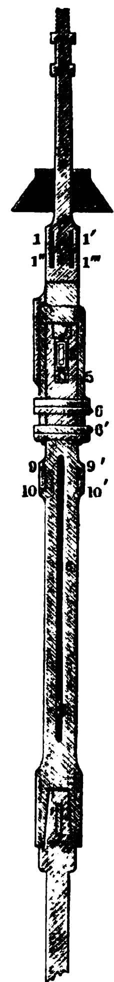


Fig. 52.

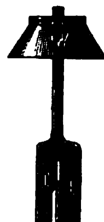


Fig. 53.

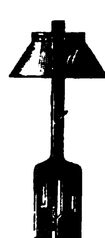


Fig. 54.



Fig. 55.



den Keil 13 stösst und der Schieber die Stellung in Fig. 53 nimmt, so dass der Flügelkeil von seinem Sitze gelöst wird, indem die Kante $\alpha$ den Flügelkeil verlässt und der schräge Schnitt $\beta$ unter den Keil tritt und ihn von dem Sitz abschiebt. Durch die Lösung des Flügelkeils erfolgt aber ein Herabfallen des Fallstücks c, welches erst wieder gefangen wird, wenn nach dem Herabgehen des Oberzeuges in dem Moment des Wiederaufgehens der Schieber die Stellung in Fig. 52 annimmt und den Flügelkeil in seinen Sitz zurückschiebt und beim Aufgehen darin festhält, indem der Wasserdruck auf dem Schirm ruht und dadurch der Schieber in seiner Stellung erhalten wird. Dieser Apparat zeichnet sich dadurch aus, dass die Regulirungstheile ganz unabhängig von dem Arbeitszeuge gehalten sind und um so einfacher hergestellt werden konnten, indem sie nur aus dem Schirm und dem Schieber bestehen, so dass der Apparat genauer und sicherer arbeitet, als die älteren Apparate. Den Nachtheil, dass er nur in Bohrlöchern arbeitet, welche mit Wasser angefüllt sind, theilt er mit dem Kindschen Instrument.

Das Kind'sche Abfallstück ist bei einem Bohrversuche auf Steinkohlen für die Königsgrube in Oberschlesien von dem Bohrmeister Esche[40]) in veränderter Gestalt angewendet worden. Statt der Zange sind hier zwei geneigte Klappen vorhanden, welche das Zungenköpfchen zu tragen haben; diese Klappen sind da, wo sie an den Wangen des Scheerenstücks befestigt sind, in Charnieren drehbar und können sich in die Wangen einlagern. An den Platten gleiten keilförmige Ansätze der mit dem Hütchen verbundenen Zugstange und drücken beim Aufgange des Gestänges, wo also das Hütchen die Keile in ihrem tiefsten Stande erhält, die Klappen fest an das Zungenköpfchen, wodurch das Untergestänge mit gehoben wird; beim Niedergange des Gestänges zieht das Hütchen die Keile in die Höhe, hierdurch treibt der Widerstand des Wassers die Klappen in steilere Stellung, so dass das Zungenköpfchen frei wird und das Untergestänge abfällt. Die Erfolge waren günstig, namentlich ist ein Fehlgreifen des Zungenköpfchens, wie es bei dem Kind'schen Greifapparat so häufig, fast gar nicht vorgekommen. Eine andere Anwendung als bei dem genannten Bohrloch hat das Instrument bis jetzt nicht gefunden.

Gleichfalls eine Abänderung des Greifapparats am Kind'schen Abfallstück hat der Bohrmeister vom Eicken[41]) zu Mühlheim a. d. Ruhr vorgeschlagen und bei einem Bohrversuche in der Nähe von Unna angewendet. Da bei dem Kind'schen Abfallstück die Kraft, welche von dem Hütchen auf den Greifapparat wirkt, nicht immer ausreicht, ein präcises Greifen des Zungenköpfchens, beziehungsweise Fallenlassen des Untergestänges zu bewirken, ist durch Anbringung verschiedener Hebel an dem Greifapparat dahin gewirkt, mit geringerer Betriebskraft die Bewegungen der Zange hervorzubringen.

---

[40]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 10. A. S. 211.
[41]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 13. B. S. 271.

Von dem russischen Bergingenieur Romanovsky[42]) ist ein Freifallinstrument angegeben, welches, mit einem Hütchen versehen, doch auf dem Princip der Fabian'schen Construction beruht, aber nicht des Ruckes des Krückelführers bedarf, um den Fangkeil der Zungenstange von den Sitzen abgleiten zu machen; das Festhalten des Keils erfolgt durch eine bewegliche mit dem Hütchen verbundene Muffe, welche beim Aufgange des Gestänges fest auf den Keil drückt, beim Niedergange also, von dem Hütchen in die Höhe gezogen, den Druck nachlässt, so dass alsdann der Keil aus seinem Sitze herausspringt und das Unterzeug abfallen kann. Das Instrument ist bis jetzt nur im Modell dargestellt, doch glaubt der Erfinder dabei des Gestänges entbehren und ein Seil anwenden zu können, indem der Keil beim Hinabgleiten einen solchen Stoss gegen die Kanten der Schlitze geben soll, dass eine Drehung des Instruments und somit des Meissels hervorgerufen wird. Die Erfolge müssten bei wirklicher Ausführung des Apparats und seinem Gebrauch abgewartet werden.

Bei Bohrversuchen auf Braunkohle zu Schöningen hat Greifenhagen[43]) den Greifapparat im Kind'schen Freifallinstrument beseitigt und dafür eine sehr einfache Vorrichtung angebracht. Zunächst stellt er das Hütchen nicht rechtwinkelig gegen die Axe des Instruments, sondern um 45 Grad gegen dieselbe geneigt, auch lässt er dabei die Lederscheiben weg und fertigt es aus einer Blechscheibe, welche aus zwei Theilen besteht, die einen ovalen Grundriss haben und die Schienen des Scheerenstücks allseitig umschliessen; an dieser Blechscheibe befindet sich eine Stange, welche um einen an der innern Seite der Scheerenbacken angebrachten Zapfen drehbar ist und am untern Ende einen Haken besitzt. Das Köpfchen an dem Zungenstück des Instruments steht nicht, wie bei Kind, in der Axe desselben, sondern seitlich und zwar so, dass der Haken der oberen Stange unter dasselbe fassen kann; die Angriffflächen des Hakens und des Zungenköpfchens sind ganz horizontal zu nehmen. Beim Aufgange des Bohrzeuges drückt das Wasser auf die Scheibe, wodurch die Hakenstange oben nach rechts, also unten nach links gedrückt wird, so dass der Haken unter das Zungenköpfchen greift und dieses festhaltend das Unterzeug mit in die Höhe nimmt. Sobald der Hub vollendet ist und der Bohrschwengel auf die Prellfeder aufschlägt, tritt sofort Niedergang des Obergestänges ein, der Arm macht mit der Blechscheibe eine entgegengesetzte Bewegung, der Haken verlässt das Zungenköpfchen und das Unterzeug fällt frei herab. Greifenhagen hat sein Instrument sogar in Bohrlöchern ohne Wasser angewendet, doch musste alsdann das Hütchen möglichst dicht an die Bohrlochswände anschliessen; im Wasser dagegen ist ein solcher dichter Anschluss nicht erforderlich, da ein früher bei einem Bohrloche von 183 Millimeter Durchmesser angewendetes Instrument mit unverändertem

[42]) Dingler polytechn. Journal Bd. 179. S. 273; auch berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. 1866. S. 303.

[43]) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. 1866. S. 257.

Hütchen auch in einem von 235 Millimeter ganz präcise arbeitete. Seit 1860 ist das Instrument zuerst in Anwendung gekommen, seitdem sind 9 Bohrlöcher mit demselben niedergebracht. Jedenfalls empfiehlt es sich durch seine grosse Einfachheit, durch welche viele Unzulänglichkeiten des Kind'schen und Fabian'schen Instruments beseitigt werden.

Das bei den Bohrversuchen nach Wasser in Algier benutzte Freifallinstrument von Clément Purtschet[44]) beruht auf demselben Princip wie das Fabian'sche, nur sind die arbeitenden Theile umgekehrt angeordnet. Der geschlitzte Cylinder ist mit dem Unterzeuge verbunden, der Fangekeil ist an einer an dem oberen Gestänge befestigten Stange angebracht; diese Stange bewegt sich in dem Cylinder auf und ab, wobei der Fangekeil die Schlitze passirt, die letzteren haben in ihrem mittleren Theile eine Erweiterung, in welche der Keil hineintritt, so dass sich der Cylinder auf den Keil stützen kann, sobald der Aufzug erfolgt und auf diese Weise das Unterzeug mit gehoben wird. Durch einen Ruck, wie beim Fabian'schen Apparat, wird der Cylinder von dem Keil abgeworfen, so dass das Unterzeug abfallen kann, wobei der Cylinder geführt wird, indem der obere Theil seiner Schlitze an dem Keil entlang gleitet. Das Instrument soll bei den Bohrversuchen von Oued und Aleug mit Vortheil angewendet sein, doch leidet es noch mehr, als das Fabian'sche, an der Schwierigkeit, welche dem Krückelführer durch das Abwerfen erwachsen.

Der Freifallbohrer von Gaiški zu Corbeil (Seine et Oise)[45]) dient beim Bohren mittelst Seil zum Umsetzen des Meissels. An einem das Bohrloch umgebenden Kranze k, Fig. 56, hängt mittelst zweier Ketten oder Seilen ein Rahmen, welcher in das Bohrloch hineingehängt wird. Durch die Querstangen f und g des Rahmens erhält das Bohrstück b, welches oben mit einem Kopf d versehen ist; seine Führung; an dem oberen Querstück des Rahmens befindet sich ein nach Unten gekehrter Konus c. Durch diesen hindurch geht das eigentliche Bohrseil und trägt am unteren Ende die Zange z, welche den Knopf d beim Anheben erfasst und beim Aufziehen des Seils das Bohrstück in die Höhe hebt; sobald aber die Schenkel o der Zange an den Konus c stossen, öffnet sich die Zange und das Bohrstück mit dem Meissel fällt frei herab. Durch das Umsetzen des Kranzes k wird auch der Rahmen und mit ihm der Meissel beliebig umgesetzt. Zur Vermehrung des Widerstandes des Rahmens wird derselbe mit dem Gewicht q belastet, welches hohl ist, um das Bohrseil auch durch dasselbe hindurch führen zu können.

Ein frei fallender Bohrer wird von Sonntag beim Seilbohren benutzt.[46]) Bei demselben wird das Greifen des mit einem Kopf h, Fig. 57, versehenen Bohrklotzes g durch die Zange ii bewirkt, welche durch die

[44]) Annales des mines. VII série, tome IX. S. 357.

[45]) Aus v. Rittinger's Ausstellungsbericht in berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1868. S. 365.

[46]) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1869. S. 5. 48.

Bewegung des Hütchens o geöffnet und geschlossen wird. An dem Hütchen hängen nämlich durch die Stangen rr die Keile kk, welche beim Auf-

Fig. 56.

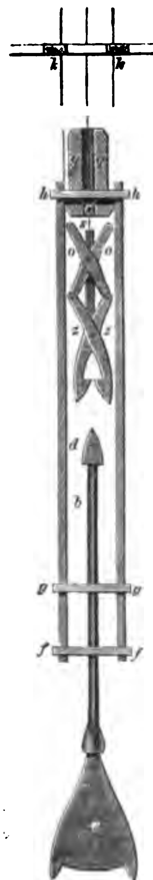


Fig. 57.



gange des Hütchens die Scheeren der Zange oben aus einander drücken, so dass sie unten unter den Kopf des Bohrklotzes fassen; beim Nieder-

gange des Zeuges, wo vermöge des Widerstandes des Wassers das Hütchen noch einen Moment in die Höhe geht, lassen die Keile in ihrem Drucke nach, so dass sich die Zange öffnet und der Bohrklotz frei herabfällt. Der Fangapparat ist durch zwei Eisenplatten rp bedeckt, welche oben mittelst Keile t an das untere Ende des oberen Zeuges befestigt sind und sich nach Unten in Schienen verlängern und in einen Ring endigen, durch welchen der Bohrklotz geführt wird.

### III. Einrichtungen über Tage.

In diese Betrachtung gehören ausser den Bohrgerüsten und Bohrthürmen auch die Bohrmaschinen, Hilfsmaschinen, Kopfstücke und sonstige Hilfsstücke. (Vergl. oben S. 54.)

Beim drehenden Bohren sind erforderlich: a. das Gerüst zum Aufziehen und Einlassen des Bohrzeuges. b. eine Maschine zum Heben und Einlassen, welche auch dazu dienen kann, überflüssiges Gewicht des Bohrzeuges zu halten und zu tragen. c. Hilfsstücke, wozu auch die Theile zum Drehen gehören.

Beim stossenden Bohren bedarf man folgender Einrichtungen: a. Gerüst. b. Maschine. c. Vorrichtung zum Schlagen, in der Regel in einem Schwengel bestehend. d. Vorrichtung zum Löffeln. e. Hilfsstücke, wozu auch die Kopfstücke zu rechnen sind. Zuweilen sind Maschine, Vorrichtung zum Schlagen und Löffeln in einem einzigen Apparat verbunden, was aber immer sehr unvollkommen ist; dagegen ist die Maschine und die Vorrichtung zum Schlagen zu vereinigen, wenn mittelst Wasser- oder Dampfkraft gearbeitet wird.

Das Detail der Ausführung richtet sich nach dem Durchmesser des Bohrlochs und der beabsichtigten Tiefe, d. h. nach der Wichtigkeit und Dauer der Arbeit; es ist also am einfachsten bei drehendem Bohren, welches nie sehr grosse Tiefen erreicht, obwohl man in Westfalen bis (100 Lachter) 200 Meter gelangt ist, auch bei engen, durch Stossen niedergebrachten Bohrlöchern, wie überhaupt bei Arbeiten, welche nur vorübergehenden Zweck haben, können die Einrichtungen sehr einfach sein. Hiervon hängt es auch ab, ob eine besondere Schmiede zum Schärfen der Meissel und zur Reparatur des gehenden Zeuges in unmittelbare Verbindung mit den Localitäten zu bringen ist; bei grossen Bohrarbeiten darf eine Schmiede nie fehlen.

#### *a.* Gerüst.

Das Gerüst wird am einfachsten aus drei Rüstbäumen hergestellt und heisst dann Dreifuss, Galgen, auch Krähenfuss. Die Rüstbäume werden mit den Stammenden in den Boden oder auf Schwellen gestellt, an den Zopfenden nehmen zwei den dritten zwischen sich, zugleich auch einen Zapfen, an dem eine Rolle oder ein Kloben befestigt wird; die Verbindung der Zopfenden und des Zapfens erfolgt durch einen durchgesteckten eisernen Bolzen. Die Höhe des Gerüstes hängt von der Länge der anzuwendenden

Stangen ab, auch davon, ob ein Bohrschacht vorhanden oder ob der Krückelführer auf der Sohle des Gerüstes steht; in der Regel ist die Höhe nicht bedeutender, als (30 Fuss) 9,416 Meter. Ein Rüstbaum ist mit Sprossen zu versehen, auf denen man zur Spitze des Gerüstes und zum Kloben gelangen kann. Häufig belegt man das Ganze zum Schutze der Arbeiter mit Strohmatten. Bisweilen nimmt man statt der drei Rüstbäume auch vier, was indess überflüssig erscheint.

Für wichtigere Bohrarbeiten sind vollständige Bohrthürme erforderlich, welche meist durch vier starke Rüstbäume in den Ecken und durch anderweitige Balken- und Strebenverbindungen auf längere Dauer fest und haltbar construirt sind; sie werden von Aussen mit Brettern verkleidet, welche ausser den Zugängen an einer Stelle einen Schlitz zum Einbringen der Stangen erhalten. In dem Bohrthurm sollen die Stangen ausgezogen werden, die Höhe der Thürme hat sich also nach der Länge der Stangenzüge zu richten, wobei der Stand des Krückelführers zu berücksichtigen ist, indem der Bohrthurm so viel niedriger sein kann, als der Krückelführer im Bohrschachte tief steht. Selten sind die Bohrthürme über (100 Fuss) 31,385 Meter, meist weniger hoch; bei Stangen von (40 Fuss) 12,554 Meter Länge und vorhandenem Bohrschacht wählt man die Höhe einige (80 Fuss) 25 Meter, damit man wenigstens zwei Stangen durch einen Zug heben kann. So haben die Bohrthürme in Schöningen[47]) eine Höhe von (87 Fuss) 27,305 Meter, in denen zwei Stangen von je ($40^1/_2$ Fuss) 12,711 Meter aufgezogen werden können; dabei ist unten der Bohrthurm (45 Fuss) 14,123 Meter lang, (30 Fuss) 9,416 Meter tief. Bei dem Bohrversuche zu Rohr[48]) hatte der Bohrthurm 7 Etagen, von denen die unteren sechs mit durchgehenden Säulen versehen waren, unten hatte er (34 Fuss) 10,671 Meter Länge, (27 Fuss) 5,336 Meter Tiefe, in der Dachetage (14 und 12 Fuss) 4,394 und 3,766 Meter; die ganze Höhe betrug (74 Fuss) 21,970 Meter bei (60 Fuss) 18,831 Meter Stangenzug. Bei den Bohrversuchen zu Elmen[49]) machte man die Thürme (20 Fuss) 6,277 Meter höher, als die Stangenzüge es erforderten; der Bohrthurm zu Wersen[50]) hatte eine Höhe von (71 Fuss) 22,284 Meter zu zwei hölzernen Stangen von je ($33^2/_3$ Fuss) 10,566 Meter Länge. Zu Lütgeneder[51]) hatte der Bohrthurm unten (24 Fuss) 7,533 Meter im Quadrat, die Hauptsäulen, deren man hier acht angewendet hatte, waren in der Höhe von (57 Fuss) 17,890 Meter auf ($12^1/_2$ Fuss) 3,923 Meter im Quadrat zusammengezogen, wo sich dann noch eine Dachetage von ($11^1/_2$ Fuss) 3,609 Meter Höhe gerade aufsetzte, so dass der ganze Thurm ($68^1/_2$ Fuss) 21,499 Meter hoch war.

---

47) v. Seckendorff a. a. O. Bd. I. B. S. 65.

48) Unger a. a. O. Bd. 7. B. S. 3.

49) Zobel: Die Bohrarbeiten zu Elmen in Zeitschr. f. B., H.- u. S.-Wesen Bd. 7. B. S. 31.

50) Engelhardt a. a. O. Bd. 7. B. S. 40.

51) Grund a. a. O. Bd. 9. B. S. 160.

Die ausgezogenen Stangen werden nicht aufgestellt, sondern aufgehangen, weil dadurch unten in der Umgebung des Krückelführers und des Schwengels der Raum frei gehalten wird, auch weil es für die Stangen besser ist, wenn sie frei hängen. Zu diesem Zweck ist oben im Thurme ein Rechen angebracht, in welchem für jeden einzelnen Stangenzug eine Oeffnung vorhanden ist, die mit einem Vorsteckhaken geschlossen wird.

Ausserdem müssen in dem Thurme mehrere Boden vorhanden sein und Fahrten, auf denen man überall leicht hingelangen kann.

Beim einfachen Bohren mit Galgen werden die Stangen auf Böcke gelegt, was bei grossartigem Bohrbetrieb wegen des Zeitaufwandes beim Ausholen und Einlassen nicht anwendbar ist, oder sie werden an den Galgen angelehnt.

### *b.* Maschinen und Apparate zum Aufziehen, Einlassen und Löffeln.

Diese Maschinen müssen stets mit einer Bremse versehen sein, um beim Einlassen des Gestänges das zu schnelle Niedergehen zu hemmen; die Bremsen sind am besten selbstwirkend d. h. durch ein entsprechendes Gewicht geschlossen.

1. Hornhaspel benutzt man bei geringen Tiefen, sie können dann zwischen zwei der Rüstbäume verlagert sein, haben aber besser eigene Stützen. An dem Haspel befindet sich eine Bremsscheibe von Holz mit einem einfachen Backenbremshebel.

2. Haspel mit Vorgelege werden bei grösseren Tiefen angewendet, man bringt der Vorsicht wegen zwei Vorgelege an, um noch gesichert zu sein, wenn das eine aus irgend welchem Grunde plötzlich versagt; ausserdem macht man es ausrückbar und richtet die Kurbel zum unmittelbaren Angriff an die Seilwelle ein, weil man alsdann bei verminderter Last Zeit ersparen kann, was um so nothwendiger, als bei Bohrlöchern dieser Art meist eisernes Gestänge benutzt wird.

3. Bei grossen Tiefen und Anwendung von Menschenkraft bringt man Laufräder oder Tritträder an. In Schöningen[52]) hatte man, um im Nothfall bei starken Verklemmungen zwei Reihen Arbeiter wirken zu lassen, dem Rade bei (20 Fuss) 6,277 Meter Durchmesser eine Breite von (10 Fuss) 3,139 Meter gegeben, sonst genügt auch wohl (12 Fuss) 3,766 Meter Durchmesser und (5 Fuss) 1,569 Meter Breite; in Lütgeneder[53]) hatte das Rad einen Durchmesser von (17 Fuss) 5,336 Meter, eine Breite von (8 Fuss) 2,511 Meter. Die Tretlatten liegen (18 Zoll) 471 Millimeter von einander entfernt. Gewöhnlich haben die Räder zwei Kränze, sehr breite auch drei. Das auch hierher gehörige Spillenrad (Sprossenrad) hat meist nur einen Kranz mit hindurchgesteckten Sprossen, an denen die Arbeiter, wie

---

[52]) v. Seckendorff a. a. O. Bd. I. B. S. 90.

[53]) Grund a. a. O. Bd. 9. B. S. 160.

auf Fahrten, in die Höhe steigen, seltener hat man zwei Kränze; dieses Rad kann man nach Beer nur bei weniger tiefen Bohrungen benutzen, weil nur 2 bis 3 Menschen daran wirken können; doch wird diese Ansicht, wohl mit Recht, bestritten.[54]) Man giebt ihm etwa (10 Fuss) 3,139 Meter Durchmesser, doch auch mehr.

An allen Rädern liegen die Bremsen stets am Radkranze, sind zwei Kränze vorhanden, hat man zweckmässig an jedem eine Bremse. Auf der Welle des Rades liegt der Seilkorb zur Aufnahme des Förderseils; wo man, was bei tiefen Bohrungen immer der Fall sein sollte, zwei Seile hat, müssen alsdann auch zwei Körbe vorhanden sein.

4. Zuweilen hat man auch die Erdwinde angewendet, wie bei den älteren Bohrversuchen auf der Saline Königsborn, doch ist man bei den späteren, tieferen Bohrungen davon zurückgekommen.

5. Wasserräder, wie z. B. bei dem Bohrloch zu Dettingen in Hohenzollern. Dieselben dienen ausser zum Einlassen und Ausziehen des Gestänges auch wohl gleichzeitig zum Löffeln und als Motor zum Bohren, dann sind Vorgelege, Ausrückungen, Kuppelungen erforderlich.

6. Dampfmaschinen werden gleichfalls zum Löffeln benutzt, zugleich auch zum Bohren, doch zieht man es jetzt vor, zu dem letzteren Zweck besondere Dampfmaschinen aufzustellen. Sowohl neben den Dampfmaschinen, wie neben den Wasserrädern, baut man wohl noch ein Trittrad oder ein anderes derartiges Rad als Reserve ein, um bei grösseren Reparaturen der Maschine nicht die Bohrarbeit gänzlich einstellen zu müssen.

Ausser in den beiden letzten Fällen ist in der Regel noch ein besonderer Löffelhaspel vorhanden, mit welchem das Löffelseil auf- und abbewegt wird, bei stossendem Bohren ist es stets zweckmässig, sich seiner zu bedienen; bei dem Bohrversuch zu Scherfede diente das Trittrad gleichzeitig zum Löffeln und hatte einen besonderen Seilkorb für das Löffelseil. Der Löffelhaspel erhält etwa (10 Zoll) 262 Millimeter Durchmesser mit Hörnern von (18 Zoll) 523 Millimeter Länge und ist stets mit einer Bremse versehen, die indess sehr einfach sein kann; er wird auf die Erde neben den Rüstbäumen bei Gerüsten und niedrigen Bohrthürmen aufgestellt, in grösseren Bohrthürmen kommt er auf einer höheren Etage zu stehen. Die Scheibe, über welche das Löffelseil in das Bohrloch geführt wird, muss zu entfernen sein, wenn das Gestänge eingelassen oder ausgeholt wird, sie wird deshalb auf ihrer Welle verschiebbar gemacht oder auf beweglichen Schlitten oder Rädergerüst gestellt oder auf einen aufzuklappenden Rahmen.

Das Fördern des Gestänges, Einlassen und Ausholen, erfolgt bei tiefen Bohrlöchern, um Zeit zu ersparen, mit zwei Seilen, so dass, wenn ein Stangenzug an- oder abgeschraubt ist, sogleich der folgende angehängt

---

[54]) Beer: Erdbohrkunde S. 36. — Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 7. C. S. XVIII.

werden kann, ohne die Wiederkehr des Seilendes abwarten zu müssen; es sind dann zwei Seilkörbe und zwei Seilscheiben erforderlich. Hat man nur ein Seil, so befördert man das Zurückgehen desselben nach vollendetem Hub durch Ziehen an einem dünnen Seilchen, welches sich entgegengesetzt auf- und abwickelt und in das Förderseil eingehakt ist, auch beschwert man wohl zu diesem Zweck das Seilende durch Gewichte von Eisen oder Blei. Bei dem Bohrversuche zu Rohr hatte man die drei Seilscheiben für die beiden Förderseile und das Löffelseil auf einem auf Schienen verschiebbaren Wagen angebracht, um jede Scheibe in die Axe des Bohrlochs bringen zu können.[55])

Zum Fördern des Gestänges dienen Seile, in manchen Gegenden Ketten, die letzteren indess wohl nur bei drehendem Bohren; in diesem Falle sind sie aber sehr zu empfehlen, weil sie unelastisch sind, den Bohrer beim Drehen aufrecht erhalten und das Zusammenbiegen des Gestänges verhindern.[56]) Meistens benutzt man als Förder- oder Treibseile Bandseile, so zu Rohr ein Hanfseil, (6 Zoll) 157 Millimeter breit, (1 Zoll) 26 Millimeter stark, aus 6 Litzen bestehend, wovon das Meter $4^3/_4$ Kilogramm wog, das Kilogramm kostete 7 Sgr. Bei den Bohrversuchen zu Schöningen[57]) benutzte man mit vielem Vortheil Aloebandseile von (2000 Fuss) 627,70 Meter Länge, die für mehrere Bohrlöcher ausreichend waren, so auch zu Scherfede. Rundseile haben vor Bandseilen den Vorzug, dass der Hebelsarm gleichbleibt, was beim Bandseil nicht der Fall, man hat sie je nach der Schwere des Gestänges ($^3/_4$ bis $1^1/_2$ Zoll) 20 bis 39 Millimeter dick; bei einem von der Mansfeld'schen Gewerkschaft zu Ostrau niedergebrachten Bohrloch hatte man zu diesem Zweck ein Gussstahldrahtseil.

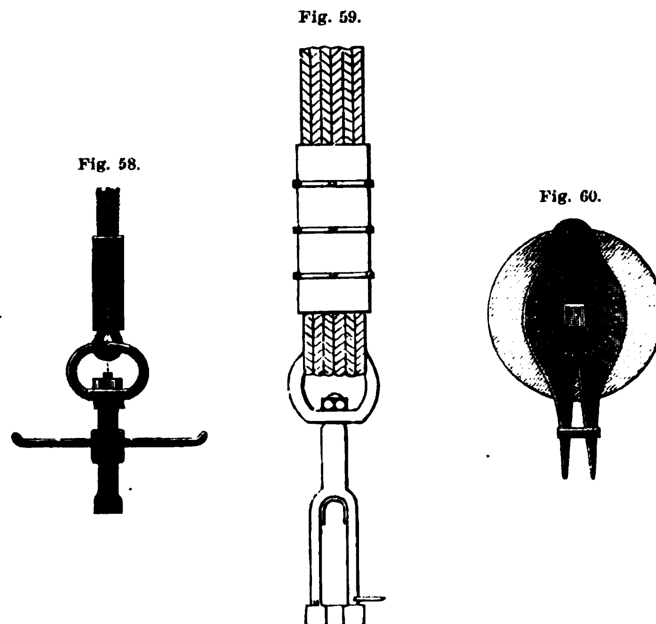
Zum Löffeln benutzt man immer runde Seile, in Schöningen waren sie von Hanf, ($^3/_4$ bis 1 Zoll) 20 bis 26 Millimeter im Durchmesser, meistens wohl, so auch in Rohr, von Eisendraht. Bisweilen ist man auch genöthigt, namentlich beim Vorhandensein von starkem Nachfall, mit dem Gestänge zu löffeln, was indess sehr zeitraubend ist.

Jedes Seil muss an seinem frei herabhängenden Ende eine Vorrichtung erhalten, um das Seil mit dem Gestänge in Verbindung bringen zu können; es sind dies die Wirbel und die Krückelstühle (Ochsen- oder Ziegenfüsse), die ersteren sind zum Aufschrauben auf jeden einzelnen Stangenzug eingerichtet, bei den anderen legen sich die Stangen mit ihren Wülsten auf die Arme des Stuhls; es ist einleuchtend, dass die Wirbel wegen des jedesmaligen An- und Abschraubens die Arbeit verlängern und man daher wohl thut, bei tiefen Bohrlöchern nur Krückelstühle anzuwenden. Beide Vorrichtungen müssen in feste und durchaus zuverlässige Verbindung mit

---

[55]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 7. B. S. 3.
[56]) Ebenda Bd. 7. C. S. XIX.
[57]) Ebenda Bd. 1. B. S. 67.

dem Seil gebracht werden, damit ein Loslösen an dieser Stelle nicht zu befürchten ist; andererseits müssen sie drehbar sein, ohne dass sich ihre Drehung dem Seile mittheilt. Sie bestehen daher aus einem starken eisernen Ring, der meistentheils eine halbkreisförmige Gestalt hat, in seinem gebogenen nach Oben gekehrten Theile mit dem Seile verbunden ist und in dem untern glatten Theile den Wirbel oder Krückelstuhl aufnimmt, welche oben mit Zapfen und Schraubenspindel versehen sind, sie werden mit diesen durch ein Loch in die Unterplatte des Ringes gesteckt und mit Schraubenmutter auf demselben befestigt, sind aber in dem Zapfenloche drehbar. Der Wirbel hat an seinem untern Ende eine Tute mit Schraubenmutter, welche auf die Schraubenspindel der Stangen aufgeschraubt wird; um dies mit grösserer Leichtigkeit bewirken zu können, ist er mit einer eisernen Handhabe versehen, oder es ist ein Loch vorhanden, durch welches eine hölzerne Handhabe gesteckt werden kann. Fig. 58. Der Krückelstuhl, Fig. 59, hat Aehnlichkeit mit einem Steigbügel, auf den


Fig. 58. Fig. 59. Fig. 60.

sich der Wulst der Stange auflegen kann; damit beim Aufziehen die Stange nicht herausfallen kann, wird ein in einem Charnier beweglicher Vorstecker davor gelegt. Bei Anwendung des Krückelstuhls müssen die Stangen zwei Wülste haben, die eine unmittelbar unter der Schraubenspindel, die andere (3 Zoll) 78 Millimeter darunter; die zweite dient dazu, das Gestänge über der Hängebank des Bohrlochs abzufangen, um den Stuhl anlegen zu können, was an dem oberen Wulst geschieht.

Beim Einlassen und Ausholen des Gestänges sind ferner erforderlich: Schraubenschlüssel. Die Stärke und Form derselben richtet sich nach der Schwere der abzuschraubenden Stücke; sehr starke Schraubenschlüssel sind nur erforderlich, wenn die unteren Theile des Bohrgestänges mit Conus und Muffen versehen sind; die gewöhnlichen Handschlüssel von bekannter Form sind ($^3/_4$ bis 1 Zoll) 20 bis 26 Millimeter stark, bisweilen haben sie einen gebogenen Griff zum besseren Anfassen beim Schrauben. Schwere Schlüssel fertigt man durch Aushauen aus einer starken Eisenplatte.

Weite Bohrlöcher sind während der Arbeit mit der Bohrscheere bedeckt, welche auf dem oberen Rande der hölzernen Bohrröhre befestigt ist; sie besteht (Fig. 60) aus zwei mit Griffen versehenen Schenkeln, die sich um einen gemeinschaftlichen Zapfen nach entgegengesetzten Seiten drehen, in der Mitte haben sie ein vierkantiges Loch zum Durchlassen des Gestänges, die Griffe werden durch eine Klammer zusammengehalten, um ein unzeitiges, unfreiwilliges Oeffnen zu vermeiden. Soll das Loch geöffnet werden, so wird die Klammer abgenommen und die beiden Schenkel werden auseinandergeschoben.

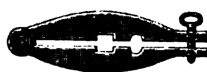
Wenn ein Stangenzug zu Tage gefördert ist und abgeschraubt werden soll, muss das noch im Bohrloche hängende Gestänge abgefangen und unterstützt werden; hierzu dient die leierförmig ausgeschweifte Abfangegabel, Fig. 61, welche nach Oeffnung der Bohrscheere über das Bohrloch gelegt wird und auf welche das Gestänge mittelst der Wulst der obersten Stange aufsetzt.

Zuweilen ist es nöthig, eine Stange an einer Stelle abzufangen, wo sie keine Wulst hat, alsdann legt man Bohrbündel, Fig. 62, an, welche fest

Fig. 61.



Fig. 62.



an die Stange geschraubt werden; es sind dies zwei Schenkel, welche um einen gemeinschaftlichen Zapfen drehbar mit Einschnitten zur Aufnahme der Bohrstange versehen sind und am anderen Ende durch eine schlüsselförmige Schraube unbeweglich an die Stange befestigt werden. Ausser zum Aufsetzen auf die Bohrgabel bringt man solche Bündel auch an, wenn man Wuchtbäume zum Lösen des festgeklemmten Bohrzeuges anlegen muss; auch schraubt man wohl während des Bohrens an die über der Bohrlochshängebank befindlichen Stangen Bündel an, damit bei einem etwaigen Bruche des über Tage gehenden Zeuges das Gestänge im Fallen aufgefangen wird.

*c.* Kopfstücke einschliesslich Bohrschwengel.

Die Kopfstücke sind Zwischenstücke, welche die Verbindung des Gestänges mit der arbeitenden Kraft verbinden.

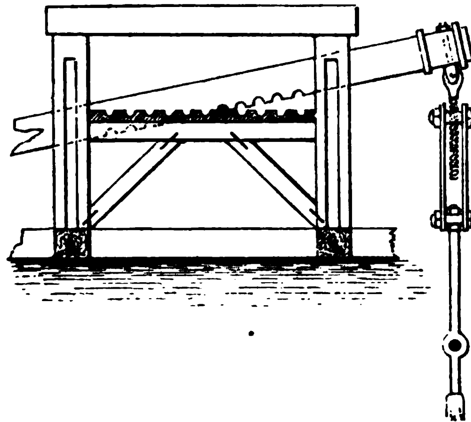
1. Beim drehenden Bohren muss man, wenn das Bohrloch noch keine bedeutende Tiefe hat, um mit dem Gestänge grösseren Druck auszuüben, an das Gestänge über Tage Gewichte anhängen; hat das Bohrloch aber grössere Tiefe erreicht, so muss man einen Theil der Gestängelast abfangen. Zu dem Ende schraubt man einen Wirbel auf, welcher oben mit einem Auge versehen ist, in welches die Kette oder das Seil von dem zum Einlassen und Ausholen des Gestänges dienenden Haspel eingreift. An der obersten Stange in Brusthöhe der Arbeiter wird ein doppelt gebogener Haken befestigt, durch diesen geht ein hölzerner Hebel, an welchen die das Drehen bewirkende, also die Kraft ausübende Mannschaft angreift. Statt des Hakens mit Hebel bedient man sich auch solcher Hebel, welche nach Art der Bohrbündel an der Stange mittelst zwei Schrauben befestigt werden. Das Drehen erfolgt natürlich in der Richtung der Schraubenschnitte, wodurch sich allerdings die Stangenschrauben sehr fest aufdrehen, so dass sie oft nur durch Anlegen von zwei Schraubenschlüsseln nachher wieder gelöst werden können. Damit die Arbeiter bei der kreisförmigen Bewegung einen Halt bekommen, bringt man wohl um das Bohrloch eine mit Tretlatten versehene hölzerne Scheibe an.

2. Beim stossenden Bohren dient als Uebertragung der Kraft, wenn sie durch Menschen ausgeübt wird, der Bohrschwengel, dessen Verbindung mit dem Gestänge in der Regel die Stellschraube vermittelt. Diese bezweckt auch, bei allmäliger Vertiefung des Bohrlochs den Hub gleichmässig zu erhalten, indem man durch Nachschrauben das Vordringen des Meissels ausgleicht. Die Stellschraube ist bei steifem Gestänge nicht anwendbar, wenn nicht zwischen ihr und dem Schwengel eine nachgiebige Verbindung angebracht ist.

Die Stellschraube (Fig. 63) besteht aus der eigentlichen Schraube, einem Rahmen oder einer Scheere und einem Wirbel. Die Schraube hat eine Länge von (2 Fuss) 628 Millimeter und eine Stärke von ($1\frac{1}{2}$ Zoll) 39 Millimeter, die Gewinde sind scharf dreieckig oder auch flach, ($2\frac{1}{2}$ Linien) 6 Millimeter tief geschnitten und haben 2 bis $2\frac{1}{2}$ Umgänge auf 26 Millimeter; oben endigt die Schraube in einen runden Wirbel, welchem eine Oese gegeben ist; mit dieser Oese hängt die Schraube mittelst einer 4 bis 6gliederigen Kette an einem am Kopf des Schwengels angebrachten Haken. Besser ist es statt der Kette und des Hakens die Verbindung der Schraube mit dem Kopf des Schwengels durch eine Charnierverbindung herzustellen. Die Scheere oder der Rahmen besteht aus einem Stück und enthält oben die Mutterschraube, welche man (2 Zoll) 52 Millimeter hoch macht; die lichte Höhe des Rahmens muss etwas länger sein, als die Schraubenspindel, damit dieselbe völlig ausgedreht werden kann. Man kann auch die

Scheere aus vier Theilen herstellen: zwei Schienen, welche oben die Mutterschraube und unten das Lager für den Wirbel zwischen sich nehmen; die Befestigung erfolgt durch Bolzenschrauben. Bei dem aus dem Ganzen gefertigten Rahmen wird das Lager für den Wirbel aus einem am unteren Ende des Rahmens angebrachten gabel- oder steigbügelförmigen Ansatz gebildet, durch welchen die Spindel des Wirbels hindurchgeht und mit

Fig. 63.



einer Mutterschraube befestigt wird. Der Wirbel hat an seinem unteren Ende eine Tute mit Schraubenmutter, mittelst deren er auf die Vaterschraube der obersten Bohrstange aufgeschraubt wird; der Wirbel hat über der Tute ein Auge, durch welches der Krückel zur Drehung des Gestänges beim Bohren gesteckt wird. Da bei dem Drehen des Gestänges sich der Rahmen an der Schraubenspindel mitdreht, muss man die Stellschraube feststellen, was häufig dadurch geschieht, dass man einen Holzkeil zwischen Schraubenspindel und Rahmen steckt; zweckmässiger ist es, eine Bremsschraube anzubringen, welche durch eine Backe des Rahmens hindurchgeht und die Schraubenspindel fasst, so dass beide fest verbunden sind. Soll eine Erlängung stattfinden, so löst man die Bremsschraube, schraubt den Rahmen um die nöthige Länge niederwärts und stellt ihn mittelst der Bremsschraube wieder fest.

Der Bohrschwengel besteht aus einem behauenen Holzstamme, dessen Länge, Stärke und Verhältniss in den Kraft- und Lasthebelsarmen sich nach der Tiefe des Bohrlochs und nach der Art des Bohrens, ob mit steifem oder mit freifallendem Gestänge, sowie nach dem hiernach zu gebenden Hube richtet. Bei der Abmessung des Schwengels ist festzuhalten, dass die Sehne für den Ausschlagswinkel des Kraftarms nicht grösser sein darf, als etwa ($5\frac{1}{2}$ Fuss) 1,726 Meter, weil dies der bequemen Armbewegung der Arbeiter entspricht; hiernach und nach dem zu gebenden Hube richtet sich dann das Verhältniss des Last- zum Kraftarm. Bei

dem alten Bohren mit steifem Gestänge gab man ein Verhältniss des Last- zum Kraftarm wie 1 : 5 bei einer Länge des Hebels von (16 bis 18 Fuss) 5,022 bis 5,649 Meter und einer Stärke von (8 zu 12 Zoll) 209 zu 314 Millimeter; nach Beer[58]) kann das Verhältniss sogar wie 1 : 9 steigen, doch würde durch diese günstige Vertheilung der Kraft und Last die Stabilität des Schwengels verloren gehen, da er im Kraftarm zu vielen Schwankungen unterworfen würde. In Schöningen benutzte v. Seckendorff[59]) beim Gebrauch des Kind'schen Abfallstücks einen Bohrschwengel von ($23^1/_2$ Fuss) 7,376 Meter Länge, (13 zu 10 Zoll) 340 zu 262 Millimeter Stärke, mit einem Hube von (18 bis 26 Zoll) 471 zu 680 Millimeter und theilte die Arme im Verhältniss von 1 : 4 oder 1 : 3, welches Verhältniss auch bei anderen Bohrungen aufrecht erhalten wurde; bei wenig tiefen Bohrlöchern und einem Schwengel von (9 Fuss) 2,824 Meter Länge gestattet Kind sogar das Verhältniss von 1 : 2. Für die Bohrlöcher zu Elmen bei Schönebeck hatte man unter Benutzung des Fabian'schen Abfallstücks ein Verhältniss von 1 : $3^3/_4$. Bei dem Bohrversuche zu Rohr hatte der Schwengel eine Länge von (22 Fuss 2 Zoll) 6,957 Meter, der Lastarm (4 Fuss 11 Zoll) 1,543 Meter, der Kraftarm (17 Fuss 3 Zoll) 5,413 Meter, das Verhältniss war also wie 1 : $3^1/_2$.

Bei einfacheren Einrichtungen ist an dem Drehpunkt des Schwengels an dessen unterer Seite die eiserne Axe eingelassen und durch eiserne Bänder festgehalten; die Axe ist quadratisch, an beiden Enden abgedreht und ruht mit diesen Enden in den eisernen Lagern des Schwengelständers oder der Schwengeldocke; um das Schwanken oder das sogenannte Läuten des Schwengels zu vermeiden, muss eine Leitung für das Schwanzende vorhanden sein, die in zwei hölzernen Säulen besteht, zwischen denen sich der Schwengel auf und ab bewegt. Bei vollkommeneren Einrichtungen (Fig. 63) muss man je nach der Beschaffenheit des Gesteins den Hub verändern können, was man dadurch erreicht, dass an der untern Seite des Schwengels und dem entsprechend auf dem Lager der Schwengeldocke eiserne Platten mit einer Zahl halbkreisförmiger Pfannen befestigt werden; der Zapfen ist beweglich und kann beliebig in eine der Pfannen gelegt werden, so dass also die Hubveränderung in jedem Augenblick leicht bewirkt werden kann. Die Schwengeldocke darf nie in Verbindung mit dem Bohrgerüste stehen, sondern muss frei verlagert sein, damit die Erschütterungen bei dem Bohren nicht auf den Bohrthurm übertragen werden. Der Schwengel muss ferner schnell zurückgezogen werden können, um beim Löffeln oder anderweitigen Arbeiten unbehindert in das Bohrloch gelangen zu können; auch diese Bedingung wird durch die zuletzt beschriebene Einrichtung schnell erfüllt. Bei dem Bohrversuche zu Dettingen hatte man zum Zurückziehen des Schwengels eine Kurbel mit Getriebe und gezahnter

[58]) Beer a. a. O. S. 22.
[59]) v. Seckendorff a. a. O. Bd. 1. B. S. 66 u. 67.

Stange angebracht, was sich allerdings empfiehlt, wenn der Schwengel sehr schwer ist.

Stets sind Prellvorrichtungen erforderlich, von denen die eine das Aufprallen der Freifallstücke, beziehungsweise der Rutschscheere verhindert, die andere das Abfallen oder Abwerfen befördert, beide aber das Umkehren der Bewegung erleichtern; sie werden auch wohl obere und untere Schlagfedern oder Prellfedern oder Abschlagfedern genannt und sind über und unter dem Schwanzende des Schwengels angebracht. Jene besteht meist aus über einander gelegten vorkragenden Brettern, für welche auch ein besonderes Gerüst am Schwanzende des Schwengels vorhanden sein kann; bei kleineren Bohrarbeiten genügt ein federnd eingespannter Baum, welcher durch ein umgeschlungenes Seil oder eine Kette mit dem Schwengel verbunden ist. Einen solchen Prellbaum hat man meist auch als untere Feder; bei vollkommeneren Einrichtungen aber Prellbretter, welche durch Schraubenbolzen gewölbt gezogen sind. Am Schwengel sind oben und unten an der Aufschlagstelle Klötzchen angebracht, mit welchen er auf die Federn aufschlägt.

In Schöningen[60]) hatte man einen Pufferapparat als Prellfeder. Auf einer gusseisernen Platte stand ein (6 Zoll) 157 Millimeter im Lichten weiter Cylinder, in diesen legte man einen (2 Zoll) 52 Millimeter hohen Gummiring und auf diesen einen in den Cylinder genau passenden Eichenklotz, welcher einige Zoll über den Cylinderrand hervorragte, so dass ihn der Schwengel, indem er in seinem tiefsten Punkte den Eichenklotz traf, durch die Elasticität des Gummiringes zurückgeprellt werden konnte.

Der Druckbaum, an welchem die Arbeiter wirken, wird rechtwinkelig gegen die Schwengelaxe an dessen Schwanzende befestigt; er darf nie durch den Schwengel hindurchgesteckt, sondern muss auf- oder untergeklammert werden. Da der Druckbaum zu stark ist, um von den Arbeitern ohne besondere Vorrichtungen gehandhabt werden zu können, und da eiserne Handhaben den Arbeitern sehr bald ein brennendes Gefühl in den Händen erzeugen, so brachte man in Schöningen[61]) glattgearbeitete Stangen an, welche durch kleine Klötzchen vom Druckbaum so fern gehalten werden, dass die Hand der Arbeiter bequem sich zwischen Stange und Druckbaum bewegen kann; man hatte solche Zugstangen zwei, eine an der äusseren, die andere an der inneren Seite angebracht, so dass zwei Reihen Arbeiter am Druckbaum wirken konnten, von denen die eine mit dem Gesichte dem Bohrloche zu-, die andere abgekehrt war.

Beim Bohren mit hölzernen Stangen und Freifallstücken oder auch mit der Rutschscheere müssen Contrebalancen angebracht sein. Dazu benutzt man einen auf dem Kraftarm verschiebbaren Kasten, welcher mit schwer wiegenden Gegenständen, z. B. Roheisenstücken je nach der abzu-

[60]) v. Seckendorff: die Tiefbohrungen zu Schöningen, a. a. O. Bd. 9. B. S. 278.
[61]) v. Seckeneorff a. a. O. Bd. 1. B. S. 66.

balancirenden Last gefüllt wird; auch hat man besondere Contrebalanciers, so bei dem Bohrversuch zu Rohr.[62]) Einen künstlichen Wasserregulator als Contrebalancier hat v. Oeynhausen bei dem ersten tiefen Bohrloch zu Neusalzwerk benutzt.[63])

Zur Controle über die Leistungen der Arbeiter verbindet man mit dem Schwengel einen Hubzähler, welcher die Zahl der gemachten Hübe ermitteln lässt.

Andere weniger vollkommene Schwengel haben vorn einen Sector, über welchen eine an einen Haken befestigte Kette zur Verbindung mit dem Gestänge hängt; beim Vertiefen des Bohrlochs fügt man zur Verlängerung der Kette neue Glieder ein. — Hierher gehört auch das stossende Bohren nach englischer Methode[64]), wie es in Westfalen bei vielen Schürfbohrlöchern angewendet wurde. Der Schwengel besteht in einem (68 bis 70 Fuss) 21 bis 22 Meter langen Stamm, welcher am Wurzelende dicht über der Erdoberfläche mittelst Zapfen in ein festes Gerüst eingespannt ist; auf $^2/_3$ der Länge ist er durch ein auf einem Erdwall liegendes Stück Holz unterstützt. Etwa (6 Fuss) 1,883 Meter vom Gipfelende befindet sich ein Haken, an dem das Bohrgestänge mittelst kurzer Kette aufgehängt wird, unmittelbar am Gipfelende sind horizontale Handhaben und davor Bretterbühnen für die Arbeiter angebracht. Man kann bei dieser Vorrichtung nur mit steifem Gestänge bohren, weil nur geringer Hub möglich ist; es müssen sehr viel Schläge gemacht werden, wohl 50 und mehr in der Minute, wobei der Meissel auf der Bohrlochssohle gleichsam tanzt, indem er durch die federnde Kraft des Schwengels jedes Mal gehoben wird. Man erhält sehr schwer gerade Bohrlöcher, auch ist die Vorrichtung nur bei geringen Tiefen anwendbar. Rückt die Tiefe vor, so muss das den Schwengelbaum unterstützende Holz dem Gipfelende genähert werden.

Man hat auch Bohrlöcher niedergebracht, indem man das Gestänge an ein auf einen Haspel aufgelegtes Seil oder an eine Kette befestigte[65]) und nun durch Auf- und Abwickeln des Seils vom Haspel um die jedesmalige Hubhöhe den Schlag ausführte, wobei die Arbeiter die Haspelhörner fortdauernd in der Hand führen müssen. Diese Vorrichtung ist allerdings sehr einfach, aber von geringem Effect und nur anwendbar bei mässigen Tiefen und kleinem Durchmesser.

Bei der von Kindermann angewandten Methode, Bohrschächte niederzubringen,[66]) wurde ebenfalls mittelst Haspel und zwar mit Vorgelege gearbeitet; das Gestänge war durch einen Haken mit langem Hebelsarm gefangen, welcher in eine am Gestänge befindliche Hülse eingriff; drückte

---

[62]) Unger a. a. O. Bd. 7. B. S. 4. 7.
[63]) v. Oeynhausen in Karsten u. v. Dechen Archiv 1847. Bd. 21. S. 143.
[64]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 8. A. S. 200.
[65]) Beer a. a. O. S. 27.
[66]) Huyssen in Karsten u. v. Dechen Archiv 1854. Bd. 26. I. S. 88.

man den Hebelsarm nieder, so liess der Haken los und das Gestänge fiel nieder, ähnlich wie es bei Rammvorrichtungen der Fall ist. Diese Bohrmethode ist nur bei weiten Löchern möglich und gestattet kein Umsetzen, auch liegt der Zug nicht in der Gestängeaxe, was indesss durch angebrachte Leitungen bewirkt werden kann.

Die beschriebenen Schwengeleinrichtungen dienen zum Bohren mittelst Menschenkraft. Bei dem früheren Bohren mit steifem Gestänge musste man den Hub um so geringer nehmen, je grösser die Tiefe wurde; bei Anwendung der Freifallapparate hat man im Allgemeinen einen Hub von (18 bis 26 Zoll) 471 bis 680 Millimeter, mehr oder weniger je nach der Beschaffenheit des Gebirges, bei sehr weichem Gebirge auch wohl nur (12 Zoll) 262 Millimeter. Die Regulirung des Hubes erfolgt durch die Stellschraube, sowie durch Verlegung der Axe des Schwengels in der Docke. Die Arbeiter greifen an den Druckbaum oder an die auf demselben angebrachten Handhaben an und arbeiten 15, 20 oder auch 25 Minuten hintereinander fort (Bohrschauer oder Bohrhitzen), worauf eine Pause von etwa 5 Minuten folgt; diese Pausen müssen nach Möglichkeit abgekürzt werden, weil sie, abgesehen vom Zeitverlust, Veranlassung geben, dass das Bohrloch sich verschlämmt, namentlich wenn in thonigem Gebirge gebohrt wird. Die Zahl der Schläge hängt mit dem Hube zusammen, man muss mehr Schläge geben bei geringerem Hube: in Schöningen machte man nicht mehr als 18 Hübe in der Minute, was mit Einrechnung der Arbeitspausen nur 13½ bis 15 in der Minute Arbeitszeit ausmachte.[67])

*d.* Maschinen.

Die Anwendung von einfachen Maschinen, wie Haspel- und Treträder bedingte immer noch die Menschenkraft; die Treträder stehen auch noch in Anwendung. Diese Maschinen dienten dazu, eine Welle mit Daumscheiben oder auch eine Triebscheibe mit Triebstöcken zu bewegen, welche auf einen Bohrschwengel wirkten, dessen Arme natürlich andere Verhältnisse erhalten mussten, als beim directen Angreifen durch Menschen. Kind benutzte bei dem Bohrversuch zu Cessingen ein (19 Fuss) 5,963 Meter hohes, (8 Fuss) 2,511 Meter breites Trittrad, an welchem 6 Mann inwendig, 6 Mann auswendig wirkten; durch das Trittrad wurde ein gusseisernes Getriebe mit 4 Stangen bewegt, welche den Schwengel am Kopfende, wie beim Aufwerfhammer angriffen. Nach Rost sollen grössere Räder benutzt werden, nicht unter (18 Fuss) 5,649 Meter Durchmesser und (11 Fuss) 3,452 Meter Breite; bei dieser Einrichtung wirkte eine Daumwelle, wie beim Schwanzhammer, auf den Schwengel, der an seinem Angriffspunkt einen verstählten Schnabel trägt, auf welchen die Daumen aufschlagen.

---

[67]) v. Seckendorff a. a. O. Bd. I. B. S. 96.

Ohne Verwendung der Menschenkraft dienen die **Wasserräder**. Bei einem Bohrversuche zu Kösen wurde durch das Wasserrad mittelst Vorgelege eine Welle betrieben, auf welcher die Löffelseiltrommel angebracht war; von dieser Welle vermittelte ein Vorgelege die Bewegung einer anderen, welche mit einem excentrischen Krummzapfen an den Bohrschwengel griff; hierbei war die Verbindung eine dauernde und verursachte zu viel Reibung, weshalb man diese Einrichtung wieder abwarf und zu den Daumscheiben zurückkehrte. Ausser den beiden genannten Wellen war noch eine dritte vorhanden, welche die Bandseilscheibe zum Einlassen und Ausholen des Gestänges trug. Der Schwengel konnte auch durch Verlegen des Angriffspunktes zum Handbohren mittelst Menschenkraft geeignet gemacht werden. — Auch bei dem Bohrversuche zu Dettingen verrichtete das Wasserrad nicht nur die Bohrarbeit, sondern auch das Löffeln, sowie das Einlassen und Ausholen des Gestänges. — Die Wasserräder haben für die Nebenarbeiten (Löffeln und Fördern des Gestänges) den Nachtheil, dass sie nur nach einer Richtung umlaufen, was man in Dettingen durch conische Kuppelungen beseitigte.

In neuerer Zeit benutzt man als bewegende Kraft bei bedeutenden Bohrungen wohl ausschliesslich die **Dampfmaschine** in drei verschiedenen Arten: 1. rotirende mit Daumwelle oder durch Vermittelung von Krummzapfen, 2. einfach wirkender Cylinder, welcher direct über dem Bohrloch steht, 3. einfach wirkender Cylinder, welcher am Kraftarm des Schwengels angreift. Die Bohrmaschine muss stets mit der Hand gesteuert werden, um die Maschine bei jedem Hindernisse, welches sich der Bohrarbeit entgegenstellt, stets in der Gewalt zu haben. Zum Fördern des Gestänges hat man eine besondere Maschine, welche doppelt wirkend ist und auch zum Löffeln dient. Auch beim Bohren mit Dampfmaschinen sind Schlagfedern und Contrebalancen nothwendig.[68]) Bei einfach wirkender Dampfmaschine darf nur so weit balancirt werden, dass im Gestänge noch genug Uebergewicht ist, um nach dem Abfallen der Effectstücke zurückzugehen. Hierbei ist vor Allem das Kind'sche Freifallinstrument zu benutzen. Bei dem Bohrversuch zu Rohr hatte die Bohrmaschine einen Cylinder von (12 Zoll) 314 Millimeter Durchmesser, bis (36 Zoll) 942 Millimeter Hub gestattend, sie arbeitete mit Hochdruck. Die Fördermaschine war eine Hochdruckmaschine mit zwei liegenden Cylindern von (12 Zoll) 314 Millimeter Durchmesser und mit (2 Fuss) 628 Millimeter Schub. Der Contrebalancier war von Eichenholz, vorn mit einem beweglichen schmiedeeisernen Kopf, mit dem er an dem Gestänge befestigt werden konnte; er war (15 Zoll) 392 Millimeter hoch, (12 Zoll) 314 Millimeter stark, nach vorn (6 Fuss) 1,883 Meter, nach hinten (8 Fuss) 2,511 Meter lang, am hinteren Ende befanden sich zwei eiserne Schienen, an denen ein beschwerter Blechkasten zur Contrebalance hing, welcher durch Rollen in guss-

[68]) Unger a. a. O. Bd. 7. B. S. 4. — v. Seckendorff a. a. O. Bd. 9. B. S. 278.

eisernen Leitungen stets vertikal gehalten wurde. Der Prellfederbock stand (5 Fuss) 1,569 Meter in der Erde; die Prellfeder war (8 Fuss) 2,511 Meter lang, (8 Zoll) 209 Millimeter im Quadrat stark aus Fichtenholz; aus der Mitte der Feder gingen zwei eiserne Schienen nach Unten, welche das hintere Ende des Balanciers umfassten und unten durch eine Platte verbunden waren, so dass der Balancier oben gegen die Feder, unten gegen die Platte schlug; die Platte wurde bei Hubveränderungen mit (3 Zoll) 78 Millimeter starken Holzstangen belegt, um ein früheres Aufschlagen des Balanciers zu bewirken. Bei einem Bohrversuche auf der Königsgrube in Oberschlesien hatte der Bohrcylinder (15 Zoll) 392 Millimeter Durchmesser, (36 Zoll) 942 Millimeter Hub; der Balancier in gleicher Stärke, wie zu Rohr, hatte die Arme im Verhältniss von $5^1/_3$ : $7^2/_3$ getheilt; zum Prellen waren über dem Balancier und unter dem Blechkasten Gummipuffer statt der Feder angebracht. Zum Fördern diente eine Zwillingsmaschine von 30 Pferdekraft, ($15^1/_2$ Zoll) 405 Millimeter Cylinderdurchmesser und (2 Fuss) 628 Millimeter Hub; diese Maschine konnte ein 3500 Kilogr. schweres Gestänge aus (2000 Fuss) 630 Meter Tiefe mit (2 Fuss) 628 Millimeter Geschwindigkeit in der Sekunde fördern; beim Löffeln machte sie (5 Fuss) 1,569 Meter Geschwindigkeit in der Sekunde.

Die dritte Art der Anwendung von Dampfmaschinen, bei welcher die Kolbenstange des einfach wirkenden Dampfcylinders direct an den Bohrschwengel angreift, ist vorzugsweise bei den von Kind geleiteten Bohrarbeiten, namentlich beim Abbohren von Schächten, benutzt worden;[69]) doch scheint die zweite Art der Anwendung die einfachere zu sein.

Man ist aber bei den späteren Tiefbohrungen zu Elmen davon abgegangen, einen directen Angriff auf das Bohrgestänge herzustellen, sondern hat die Maschine seitwärts gestellt und überträgt die Kraft vom Dampfcylinder auf das Gestänge durch Vermittelung eines Schwengels. Jene ältere Einrichtung hatte den Nachtheil, dass sie grösseren Zeitaufwand erforderte, wenn zum Zwecke des Ausholens und Einlassens des Gestänges, des Löffelns u. dgl. m. das Bohrloch frei gemacht und der Dampfcylinder beseitigt werden musste, ferner leidet durch plötzlichen Hubwechsel Gestänge und Maschine in hohem Grade, so dass der Dampfcylinderkolben fast alle Wochen einmal neu gelidert werden musste. Auch die seitwärts stehende Maschine wurde zu Elmen einfach wirkend construirt mit Wilson'schem Drehschieber, der mittelst der Hand gesteuert wird; die Geradführung der Kolbenstange erfolgt durch einen Kreuzkopf mit zwei Armen, an deren Enden Leitklötze zur Führung in zwei am Cylinderdeckel verschraubten Führungsstangen angebracht sind. Vom Kreuzkopf führen drei englische Ketten zum Bohrschwengel, welcher vorn mit einem Bogenstück versehen ist, an welches die Ketten angreifen.

[69]) Verfahren des Bergingenieurs Kind beim Abbohren fahrbarer Schächte in allgem. berg- u. hüttenm. Zeitung von Dr. Hartmann. 1861. S. 417. Nach Chaudron in Annales des travaux publics de Belgique Bd. 18.

Zu Schöningen[70]) benutzte man eine kleine 4 Pferdekräfte starke Dampfmaschine, von der man die Kraft mittelst Treibriem auf eine höher gelegene Triebwelle übertrug; diese endigte in eine Kurbel, von der aus mittelst Kurbelstange die Verbindung mit dem Bohrschwengel hergestellt wurde. Diese Einrichtung gestatte zugleich die Inbetriebsetzung des Seilkorbs und Löffelseilhaspels, deren Welle mit der ersten Welle wiederum durch Treibriemen verbunden waren. Der steife Angriff an den Schwengel gab zu grossem Hubverlust Veranlassung, weshalb man später die Verbindung des Schwengels mit der Triebwelle elastisch machte, indem man die Stange zwischen Kurbel und Schwengel mit einem Pufferapparat in Verbindung brachte.

Auch bei einer Tiefbohrung am Stemmer Berg bei Obernkirchen[71]) übertrug man mittelst Treibriemen die Kraft auf die Schwengelwelle und von dieser mittelst Kurbelstange auf den Schwengel.

### IV. Das Löffeln.

Sobald die Vertiefung nicht weiter vorschreitet, muss man zur Beseitigung des Bohrschmands übergehen, was mittelst des Löffelns erfolgt. Der oben S. 60 beschriebene Löffel wird an dem Löffelseil in das Bohrloch bis auf die Sohle eingelassen; seltener, besonders wenn der Bohrschmand sehr steif ist, benutzt man statt des Seils das Gestänge, auch bei starkem Nachfall ist die Benutzung des Gestänges nicht zu umgehen, doch ist es immer sehr zeitraubend. Beim Löffeln mittelst Seil wird über dem Löffel, um ihn schwerer zu machen, eine (6 bis 8 Fuss) 1,883 bis 2,5 Meter lange Hilfsstange aufgeschraubt, welche durch einen Wirbel mit dem Seile verbunden wird. Man lässt den Löffel schnell hinunterfahren und hemmt seinen Lauf nur durch die am Löffelseilkorb angebrachte Bremse; bei wiederholtem Heben und Auffallenlassen des Löffels auf die Bohrlochssohle tritt der Bohrschmand durch das Ventil am Boden in den Löffel. Wie oft zu löffeln ist, und wie lange das Aufschlagen zu erfolgen hat, richtet sich nach der Beschaffenheit des Gebirges, meistens reichen 5 Minuten hin; die Arbeit geht schneller, wenn der Schlamm eine gleichförmige Masse gebildet hat, am schlechtesten, wenn sich Thonwülste in der Schlammmasse anhäufen, die vor Ort nicht durch das Gewicht des Löffels zerdrückt werden. Bei einem (2000 Fuss) 630 Meter tiefen Bohrloche erfolgt das Einlassen des Löffels mittelst Haspel binnen 7 Minuten, das Ausholen in 24 Minuten; es ist dies eine sehr wesentliche Zeitersparung gegen das Löffeln mit dem Gestänge[72]).

---

[70]) v. Seckendorff a. a. O. Bd. 9. B. 276.

[71]) Schantz: maschinelle Tiefbohrung am Stemmer Berg b. Obernkirchen in berg- u. hüttenm. Zeitg. v. Bornemann u. Kerl 1860. S. 209.

[72]) v. Seckendorff: a. a. O. Bd. 1. B. S. 99, auch ebenda Bd. 10. B. S. 251.

Bei einem Bohrloche in der Nähe von Sterkrade bei Oberhausen hat van Eicken[73]) einen aufsteigenden Wasserstrom benutzt, um das Bohrmehl während der Bohrarbeit zu Tage zu bringen, das Löffeln also ganz vermieden; das Bohrloch erreichte eine Tiefe von (470 Fuss) 148 Meter. Dasselbe wurde drehend niedergebracht. Das Bohrgestänge bestand aus ($1^1/_2$ Zoll) 39 Millimeter im Lichten weiten Gasleitungsröhren und auch der Schappenbohrer war an einem solchen Rohre befindlich; der oberste Theil des Bohrgestänges bestand aus einem ⊢-förmigen (2 Zoll) 52 Millimeter weiten Gasrohr, dessen unteres Ende an das Gestänge angeschraubt und auf demselben drehbar war, während das obere durch einen eisernen mit einem Ringe versehenen Stopfen verschlossen wurde, mit welchem das ganze Gestänge an der Kabelkette hing. Das seitwärts liegende Stück war an ein mit Gelenken versehenes, das Drehen des Apparates gestattendes Rohrstück gefügt, in welches mittelst einer Centrifugalpumpe Wasser gepumpt wurde. Durch den auf diese Weise in dem hohlen Bohrgestänge erzeugten Wasserstrom wurde das Bohrmehl aus der Schappe gespült und mit dem ausserhalb der Bohrröhren wieder aufsteigenden Wasser zu Tage geführt.

### V. Fanginstrumente.

Die Fanginstrumente haben den Zweck, während der Bohrarbeit an den arbeitenden Theilen oder während des Löffelns am Seile vorgekommene Brüche zu beseitigen und die in dem Loche stecken gebliebenen Theile wieder zu fangen und das Loch frei zu machen. Die Zahl dieser Instrumente ist unendlich gross, indess beschränkt man sich jetzt, wo man für Tiefbohrungen die Löcher weit nimmt und Freifallapparate anwendet, schwere Unfälle daher zu den Seltenheiten gehören, vorzugsweise auf den Gebrauch des Glückshakens, der Fallfangscheere und für Seilbrüche des Krätzers; ausserdem bedient man sich bei besonders gearteten Brüchen noch einzelner anderer Instrumente, und verwickelte Ereignisse bedürfen eigenthümlicher Erfindungen, die der Bohrmeister zu ersinnen hat.

Im Allgemeinen ist zu erwähnen, dass man, wenn zum Bohren ein Holzgestänge benutzt wird, ein besonderes eisernes Fanggestänge in Bereitschaft haben muss, was als ein Nachtheil für das Holzgestänge hervorzuheben ist; indess ist ein solches besonderes Gestänge auch oft bei der Anwendung eines eisernen Bohrgestänges erforderlich und muss dann stärker als dieses sein. Zuweilen beseitigt man die im Loche befindlichen Theile, indem man sie einzeln abschraubt, dann muss man mit dem Fanggestänge links drehen können, was man erreicht, indem man ihm links geschnittene Schrauben giebt oder die rechts geschnittenen Schrauben durch die oben S. 66 beschriebenen Hilfsmittel feststellt. Alle Fanginstrumente müssen von dem ausgesuchtesten Eisen angefertigt werden und genau für den zu beseitigenden Bruch gestellt und abgeändert sein.

---

[73]) van Eicken: Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 13. B. S. 177.

nehmend. Haben die Arme einmal gefasst, so kann man nicht wieder los, so dass, wenn bei starken Klemmungen neue Brüche entstehen, mit neuen Fanginstrumenten hineingegangen werden muss.

Um auch diesem Uebelstände zu begegnen, benutzte man bei dem Bohrversuch zu Scherfede[81]) eine abgeänderte Construction. Die Arme sind an einer Hülse befestigt, welche sich auf einer Spindel auf- und abbewegen kann, an derselben Spindel, welche nach Unten durch eine Schraubenmutter abgeschlossen ist, befindet sich unterhalb der ersten eine zweite, bewegliche Hülse; über der ersten Hülse ist ein Schraubengewinde an der Spindel angebracht, dem eine Mutterschraube in der oberen Spindel entspricht. Wenn der Apparat durch das Sperrholz zwischen den Zangenarmen festgestellt ist, ruht die untere Hülse auf dem Kopf der abschliessenden Schraube, die obere Hülse steht unterhalb des Schraubengewindes; stösst der Bruch das Sperrholz fort, so fallen die Arme so tief, dass die obere Hülse auf der unteren aufliegt, beim Aufziehen des ganzen Apparats fassen sie den Bruch. Will man das Instrument lösen, so senkt man das Gestänge vorsichtig so tief, dass das Schraubengewinde an der Spindel an die obere Hülse heranreicht, man schraubt vorsichtig ein und kann nun die Arme heben, die Spindel zieht sich durch die untere Hülse bis zu deren wiederholter Auflagerung auf den Schraubenkopf, wodurch dann die Arme wieder frei werden.

6. Die Schraubentute (Trompete, Fangmutter) ist eine kegelförmige Glocke mit innerer, konischer, scharf geschnittener und verstählter Schraubenmutter; sie dient bei eisernen Stangen, welche unter dem Bunde abgebrochen sind und ziemlich aufrecht stehen, zum Einschneiden von Gängen und dadurch Festschrauben des abgebrochenen Stückes; der Durchmesser der Schraube in der Tute muss gleich der Diagonale der anzuschneidenden Stange sein. Liegt der Bruch schräg, so kann man die Glocke verlängern, um den Bruch aufzurichten und in die Glocke hineinzuführen. Dieses Instrument ist indess wohl nur für enge Bohrlöcher geeignet.

7. Der Krätzer dient sowohl zum Fangen des Gestänges unterhalb eines Bundes, wie des abgerissenen Seils. Er ist nichts anderes als eine dreieckige Schraubenmutter mit offenen Gängen und wird über einen Dorn mit spiralförmig eingeschnittener Schraubenmutter geschmiedet; er muss aussen vollkommen glatt sein, innen eine gut verstählte Schärfe haben, um sich in die zu fangenden Gegenstände gleichsam einzuschrauben, der innere Durchmesser muss ein wenig geringer sein, als der zu fassende Stangenbruch. Man hat einfache und doppelte Krätzer, bei den letzteren sind zwei Schraubenspiralen nach entgegengesetzter Richtung mit einander verbunden. Dieses Instrument kann auch dienen, um einen Löffel, von dem der obere Bügel abgerissen ist, zu fangen, indess wird hierbei der Cylinder des Löffels durch Einschneiden der Spitze zerstört.

---

[81]) Grund: in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 9. B. S. 158.

8. Zum Fangen kleiner Eisentheile, Meisselblattstücke u. dgl. m., welche auf der Bohrlochssohle aufliegen, dient die Spinne oder Spinnenbüchse, vom Bohrmeister Ebert 1842 angegeben. Es ist ein Blechcylinder, an dessen unteren Rande eine grössere Zahl biegsamer Streifen von Blech oder Eisen angenietet sind; beim Aufstossen des Instruments auf die Bohrlochssohle biegen sich die Streifen nach Innen um und sollen die auf der Sohle befindlichen Gegenstände zwischen sich nehmen.

9. Zobel hat zum Fangen von Eisenstücken den sogenannten Eisenfänger angegeben[82]).

a. Zum Suchen und Fangen schwerer Bruchstücke, welche auch noch wohl in die Bohrlochswandungen eingeklemmt sind, dient der Eisenfänger mit Keil, der auch zum Abreissen und Aufholen von Bohrkernen benutzt werden kann. Er besteht aus einem rahmenartigen Gestell, dessen beide Arme sich nach Unten gabelförmig ausdehnen, und welche oben und an der Stelle, wo die Gabelung beginnt, durch Schraubenbolzen zusammengehalten werden; zwischen den Armen liegt eine links geschnittene Schraubenspindel, welche unten ein glattes und abgedrehtes Ende hat, auf dem ein eiserner durchlochter Keil aufsitzt. Um den unteren Bolzen des Gestellrahmens drehen sich die beiden Fangscheeren, welche sich nach Oben verlängern und an ihren Enden von dem Keil erfasst werden. Am untersten Ende der Schraubenspindel befindet sich ein Ansatz, welcher dazu dient, beim Drehen der Spindel den Keil mitzunehmen, wogegen ein oberer Ansatz an der Schraubenspindel verhindert, dass sich der Keil, wenn er zum Zusammenziehen der Zangenschenkel nach Oben bewegt wird, von denselben abzieht. Die Fangscheeren haben an ihrem unteren Ende Greifhaken, um die zu fangenden Gegenstände zwischen sich zu nehmen; sollen sie zum Abreissen und zur Aufnahme eines Bohrkerns dienen, so sind sie mit halbcylinderförmigen Blechen belegt, damit der Kern während des zu Tage Förderns nicht herausfällt.

b. Durch den Keil ist die Bewegung der Scheerenarme eine beschränkte, so dass nicht die ganze Bohrlochssohle abgesucht werden kann, wozu der Eisenfänger mit Parallelogramm benutzt wird. Die oberen Enden der Fangscheerenarme greifen mittelst Charniere in zwei Hebel, welche ihrerseits um einen gemeinschaftlichen, an dem unteren Ende der Schraubenspindel befindlichen Bolzen drehbar sind, auf diese Weise ist das Parallelogramm hergestellt. Die Zangenschenkel haben unten eine rechenähnliche Form, so dass sie gleichsam die Bohrlochssohle abkehren.

Beim Einlassen werden die Zangenschenkel geöffnet eingebracht; auf dem Instrument werden (40 Fuss) 12,554 Meter Stangen aufgesetzt, die bei (36 Fuss) 11,299 Meter mit einer Leitung versehen sind; über den Stangen befindet sich eine Rutschscheere mit einem freien Spiel von wenigstens (1 Fuss) 314 Millimeter, worauf das gewöhnliche Gestänge

---

[82]) Zobel: in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 7. B. S. 35.

folgt. Wenn das Instrument auf der Sohle angekommen ist, dreht man das Gestänge rechts; da die Spindel am Instrument links geschnitten ist, hebt sie die Stangen über sich, wozu die Rutschscheere den Raum giebt, durch die Leitung bleibt das Untergestänge in der Bohrlochsaxe. Durch das Drehen des Gestänges wird entweder der Keil oder das Parallelogramm gehoben und dadurch ein Zusammenziehen der Klauen bewirkt. Hat man nicht gefangen, so wird so lange wieder links gedreht, bis die Klauen auf Bohrlochsweite von Neuem geöffnet sind; indem man das Ganze einige Fuss anhebt, dreht man den Apparat um etwa 90 Grad, wodurch den Klauen eine andere Stellung zu dem zu fangenden Stück gegeben wird, alsdann lässt man von Neuem nieder und schraubt rechts; kann man hierbei nicht so viele Umdrehungen machen, als zum völligen Zusammenziehen der Klauen nöthig sind, so ist der Beweis dafür, dass das zu fangende Stück sich zwischen den Klauen befindet.

10. Der Bohrkrätzer von Gaiski zu Corbeil[83]) besteht aus einer Zange, Fig. 64, deren untere Schenkel durch eine Spiralfeder s zusammengezogen werden; dieselben werden beim Einlassen durch den Riegel f aus-

Fig. 64.




einander gehalten. Die Zange ist an einer Scheere p angehängt, deren längerer Schenkel federt und unten mit einem Zahn z versehen ist; derselbe befindet sich beim Einhängen über den Riegel f, rutscht aber beim Aufstossen des Krätzers auf die Bohrlochssohle noch weiter und greift unter den Riegel. Beim Aufheben öffnet der Zahn den Riegel und die

---

[83]) Nach v. Rittingers Ausstellungsbericht in Berg- u. Hüttenm. Zeitung von Kerl und Wimmer. Leipzig, 1868. S. 355.

Spiralfeder zieht die Schenkel des Krätzers zusammen, welcher die auf der Sohle befindlichen Gestein- oder Eisenstücke erfasst und zu Tage fördert. Hier werden die Schenkel k der Scheere durch einen Konus auseinander gedrückt, so dass sich die Krätzerzange öffnet und die zwischengefassten Stücke fallen lässt.

So lange man mit steifem Gestänge bohrte, gehörten die Brüche gewissermassen zur Tagesordnung und zeigten sich in allen Theilen und Höhen des Gestänges; mit Anwendung der Freifallapparate concentriren sich die Brüche in dem Untergestänge und kommen nur seltener im Obergestänge vor, sie sind dann meist Folgen nicht gehöriger Vorsicht, fortgesetzer Anwendung bereits schadhafter Arbeitstheile. Nach jedem Bruche hat der Bohrmeister den Ort und die Lage des Bruchs zu untersuchen; den Ort ermittelt er aus der Differenz der ganzen Länge des Gestänges und des herausgezogenen Theiles desselben, die Lage dadurch, dass er Abdruckbüchsen, mit Thon oder Wachs gefüllt, hineinführt, in welche sich der Kopf des abgerissenen Gestängetheils eindrückt; auch durch die Fanginstrumente, welche, ohne gefangen zu haben, zu Tage kommen, kann sich der Bohrmeister über Lage und Beschaffenheit des Bruchs unterrichten, indem dieselben meist die Stellen sichtbar machen, an welchen sie die abgebrochenen Stücke angegriffen haben.

Die meisten Brüche werden durch Meisselklemmungen veranlasst. Dieselben entstehen[84]: 1) durch zu tiefes Einhauen des Meissels vor Ort, namentlich wenn man aus festerem Gebirge in mildes eintritt; 2) durch Verschiedenartigkeit des Gesteins vor Ort und durch Vorhandensein von Schlechten und Klüften im Gebirge; 3) durch Abnutzung der Meisselecken; 4) durch Nachfall. Den ersten beiden Gründen begegnet man durch Verminderung des Hubs, dem dritten durch rechtzeitiges Einwechseln eines neuen scharfen Meissels, dem vierten kann nur durch künstliche Verwahrung der Bohrlochswände abgeholfen werden. Auch durch sogenannte Füchse können sehr leicht Klemmungen entstehen, welche durch Verschiedenartigkeit des Gesteins vor Ort oder auch bei Unaufmerksamkeit im Umsetzen des Meissels sich bilden; sie sind im Entstehen durch Zucken des Meissels vor und rückwärts zu bemerken, später durch Schleudern im Gestänge. Sitzt der Meissel aus einer dieser Veranlassungen fest, so löst man durch kurze von unten nach oben geführte Schläge, die man auf das Gestänge wirken lässt; dazu setzen sich zwei bis vier Arbeiter auf den Druckbaum des Schwengels, die übrigen bewegen den so belasteten Kraftarm, bis die Lösung erreicht ist.

Auch beim Aufholen zeigen sich mitunter Klemmungen[85]), wahrscheinlich durch Ansetzen von Bohrschmand in Gestalt von Wülsten, welche das Passiren des Meissels nicht gestatten. Man muss dann gleichfalls mit

---

[84]) v. Seckendorff a. a. O. Bd. B. 1. S. 98.
[85]) v. Seckendorff a. a. O. Bd. 1. B. S. 91.

kurzen Stössen nach Oben arbeiten und dabei unter beständigem Drehen in die Höhe zu führen suchen, wodurch man die Wülste allmälig zerreibt und den Meissel löst.

Sind die Klemmungen durch die bezeichneten Mittel nicht zu beseitigen, so muss man grössere Kraftanstrengungen machen, indem man nach Anschrauben von Bohrbündeln an das Gestänge Wuchtbäume ansetzt, oder zu noch grösserer Kraftleistung Bauschrauben anlegt.

Sind einzelne kleine Theile, namentlich Stücke des Meisselblattes trotz mehrfachen Suchens nicht zu fangen, so lässt man sie im Loche liegen und zerbohrt sie mit scharf gestählten Meisseln.

## VI. Verkleidung der Bohrlochswände.

Stehen die Bohrlochswände nicht fest und erzeugt sich durch die Erschütterungen im Bohrloche aus oberen Höhen Nachfall, so kann die Fortsetzung der Arbeit gefährdet und gänzlich verhindert werden; man ist dann genöthigt, die Wände zu schützen und zu verkleiden, um ungestört weiterbohren zu können. Auch zur Absperrung von Wassern in oberen Höhen des Bohrlochs hat man häufig zur Verkleidung der Wände zu schreiten, welche alsdann in der Regel erst nach Vollendung der Arbeit erfolgt.

### *a.* Verröhren der Bohrlöcher.

Man hat im Allgemeinen drei Arten von Röhren: Bohrtäucher, Absperrungsröhren, Isolirungsröhren.

1. Der Bohrtäucher dient entweder zum Abschneiden oberer lockerer Schichten bis zum festen Gestein, sofern man bis zu diesem nicht durch Abteufen des Bohrschachts vorgedrungen ist, oder zum Leiten des Bohrers während der ersten Zeit des Bohrens, so dass man auch in den Bohrschacht den Bohrtäucher einsetzt, um eine Führung für das Gestänge zu haben. Der Bohrtäucher besteht in der Regel aus Holz: Eichen-, Buchen- oder häufiger noch Nadelholz. Bei grossem Durchmesser ist er fassartig zusammengesetzt und mit eisernen Ringen gebunden, welche versenkt eingelegt werden, um die Aussenwandung vollkommen glatt zu machen, auch bei kleinerem Durchmesser wird wohl der Stamm in zwei Hälften getheilt, jede besonders bearbeitet und wieder, gleichfalls durch eiserne Ringe gebunden, zusammengesetzt. Am untern Ende erhält der Bohrtäucher einen verstählten Schuh, mit dem er in das Gebirge einzudringen hat. Bei dem Bohrloche Nr. 4 zu Elmen bei Schönebeck[86]) hatte man beispielsweise einen Bohrtäucher von ($15^1/_2$ Zoll) 405 Millimeter lichtem Durchmesser mit ($4^1/_2$ Zoll) 118 Millimeter starken Dauben und (2 Zoll) 52 Millimeter hohen, (6 Zoll) 157 Millimeter von einander entfernten eisernen Ringen gebunden, der verstählte Schuh war (10 Zoll) 261 Millimeter

[86]) Zobel: in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen B. 7. B. S. 29.

hoch. Muss man, um bis auf das feste Gebirge zu gelangen, mehre Holzröhren übereinander einführen, so verbindet man dieselben durch eiserne Büchsen, welche zur Hälfte in dem Kopf der unteren, zur anderen Hälfte in dem Fuss der oberen Röhre stecken; die Verbindungsstelle wird ausserdem durch einen umgelegten eisernen Ring geschlossen. Die Einführung des Bohrtäuchers erfolgt selten durch Einrammen; alsdann legt man auf den Kopf der einzurammenden Röhre einen Holzklotz, auf den die Rammschläge zunächst geführt werden. Zum Einrammen schreitet man in der Regel bei sehr rolligem Gebirge, besser ist dann aber noch das Einpressen durch Bauschrauben: in beiden Fällen muss man aber das in den Täucher eindringende Gebirge häufig auslöffeln, um das Nachsinken des Täuchers zu erleichtern. In lockeren Erdschichten bohrt man besser mittelst des Schneckenbohrers vor und senkt den Täucher nach. — Selten wählt man den Bohrtäucher aus Eisenblech, welches dann (3 bis 4 Linien) $6^1/_2$ bis $8^3/_4$ Millimeter stark genommen wird.

2. Die Absperrungsröhren wurden früher gleichfalls viel aus Holz gefertigt, wodurch aber das Bohrloch sehr verengt wurde, weshalb man zu Röhren aus Eisenblech überging, was um so nothwendiger ist, wenn man genöthigt wird, mehrere Röhrentouren ineinander zu stecken, weil sich unterhalb der oberen Verröhrung von Neuem Nachfall einstellt. Je nach der Verbindung der einzelnen Röhren hat man Kegelröhren, Muffenröhren, Doppelröhren, welche letztere indess, wie z. B. bei einem Bohrloche in Artern, zugleich als Isolirungsröhren dienen sollen, weil sie sonst zu kostbar sind; neuerdings hat man auch gezogene eiserne Röhren mit Schraubenverbindung bis (8 Zoll) 209 Millimeter Durchmesser.

Die Dicke der Bleche beträgt ($1^1/_2$ bis $2^1/_2$ Linien) $3^1/_4$ bis $5^1/_2$ Millimeter, bei engen Bohrlöchern auch wohl (1 Linie) $2^1/_8$ Millimeter; zu Schöningen fand man ($^1/_{10}$ Zoll) $2^2/_3$ Millimeter zu schwach, ($^1/_8$ Zoll) $3^1/_4$ Millimeter ausreichend. An den Längsnähten lässt man das Blech ($1^1/_2$ Zoll) 39 Millimeter übergreifen und vernietet sorgfältig, wobei man die Niete zickzackförmig setzt und die Köpfe versenkt, damit dieselben beim Einlassen der Röhren kein Hängenbleiben verursachen; bei den Röhren zu Artern verlöthete man ausserdem die Längsnath noch mit Hartloth, was indess für Absperrungsröhren, wenn sie nicht gleichzeitig isoliren sollen, nicht erforderlich ist. Die Länge der einzelnen Röhren richtet sich nach den zu beschaffenden Blechlängen und schwankt zwischen (3 und 6 Fuss) 0,942 und 1,883 Meter; man fügt aber vor dem Einhängen so viel einzelne Röhren zu einem Stück aneinander, als die Höhe des Bohrthurms und die Möglichkeit, das neue Stück an die bereits eingesenkte Röhrentour anzufügen es gestattet.

Die Kegelröhren werden (3 bis 4 Zoll) 78 bis 105 Millimeter in einandergesteckt, wobei darauf gesehen wird, dass die äussere Längsnaht der oberen Röhre immer auf die innere Naht der unteren Röhre stösst, so dass die Näthe spiralförmig um die Axe herumlaufen. Nach dem Einstecken

erfolgt die Vernietung der Quernaht, die ebenfalls mittelst Nieten mit versenkten Köpfen geschieht.

Ganz ähnlich werden die Muffenröhren zusammengesetzt. Eine (6 bis 8 Zoll) 157 bis 209 Millimeter lange Blechmuffe wird in ihrer halben Höhe an die untere Röhre genietet, die obere Röhre wird in die Muffe hineingesteckt, so dass die Köpfe beider Röhren stumpf auf einander stossen, und demnächst erfolgt die Vernietung der oberen Röhre mit der Muffe. Die Nietköpfe werden auch hier versenkt. Bei einem Bohrversuche zu Artern verschraubte man die Muffen mit den Röhren und verlöthete sie ausserdem mit einer Mischung von 2 Theilen Zinn und 1 Theil Blei; dieser dichte Anschluss der Muffen ist aber nicht erforderlich, wenn die Absperrungsröhren nicht auch zugleich Isolirungsröhren sein sollen. Bei dem Bohrloch No. 4 zu Elmen waren die einzelnen Röhren (6 Fuss) 1,883 Meter lang, hatten ($12^1/_4$ Zoll) 320 Millimeter lichten Durchmesser und ($1^1/_2$ Linien) $3^1/_4$ Millimeter Blechstärke, die Muffen waren (8 Zoll) 209 Millimeter hoch und hatten gleichfalls ($1^1/_2$ Linien) $3^1/_4$ Millimeter Blechstärke; in der Längsnaht stiessen die Blechränder stumpf aneinander und waren mit Kupfer gelöthet, es fand hier also keine Verdickung statt, nur innerhalb der Muffen war über die Längsnaht ein (4 Zoll) 105 Millimeter breiter Blechstreifen mit zwei Nietreihen aufgenietet, so dass der äussere Durchmesser in den Muffen ($12^3/_4$ Zoll) 333 Millimeter betrug. — Die Muffenröhren haben den Nachtheil, dass durch das Vorstehen der Muffen leicht ein Hängenbleiben an den Bohrlochswänden hervorgerufen wird[87]).

Deshalb hat man bei einzelnen Bohrversuchen, wie zu Artern, Dürrenberg, Doppelröhren angewendet, bei denen gleichsam die äussere Röhre eine verlängerte Muffe bildete, die aber mit der folgenden Röhre (Muffe) stumpf auf einander stiess; man hatte dadurch den Vortheil, äusserlich vollkommen glatte Röhren zu erhalten, doch musste man sich einen bedeutenden Kostenaufwand gefallen lassen, der nur gerechtfertigt ist, wenn man diese Absperrungsröhren zugleich als Isolirung benutzt. In Artern hatten die innern Röhren ($3^1/_3$ Zoll) 85 Millimeter lichten Durchmesser, die Blechstärken betrugen ($^{25}/_{32}$ Linien) $1^3/_4$ Millimeter, zwischen beiden Röhren war ein Spielraum von ($^1/_{16}$ Zoll) $1^2/_3$ Millimeter; die äusseren Röhren waren auf beiden Seiten, die inneren auf der Aussenseite verzinnt, um sie vor dem Verrosten zu schützen.

3. Die Isolirungsröhren, welche besonders bei Bohrlöchern auf Salz, Soole oder andere mineralische Wasser nothwendig sind, werden jetzt meist aus Holz gefertigt, weil hier die Verengung weniger in Betracht kommt, als die Haltbarkeit; man wählt seltener Eichen- oder Buchenholz, weil das billigere Nadelholz vollkommen dem Zweck entspricht. Die Anfertigung erfolgt aus ganzen Stämmen mittelst Ausbohren, oder durch Spalten des Stammes in zwei Hälften und Bearbeitung jeder Hälfte, die

[87]) Grund: in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 9. B. S. 156.

dann mit Döbbeln aufeinander gepasst werden; bei sehr grossem Durchmesser stellt man die Röhren mittelst Dauben her. Der Zusammenhalt der Dauben erfolgt durch Umlegung von kupfernen oder messingnen Ringen, welche in die Dauben versenkt und durch Messingschrauben mit versenkten Köpfen befestigt werden. Die einzelnen Röhren werden stumpf aufeinander gestossen und gleichfalls durch Metallringe mit einander verbunden; die von Degoussée vorgeschlagene zapfenartige Verbindung je zweier Röhren ist complicirt und überflüssig. — Bei einem Bohrloche zu Liebenhalle[88]) auf Steinsalz fertigte man die Röhrentour aus (20 Fuss) 6,277 Meter langen Tannenstämmen, die man in zwei Hälften theilte und auf einen (5 Zoll) 130 Millimeter inneren, (7 Zoll) 183 Millimeter äusseren Durchmesser genau und glatt bearbeitete; die bearbeiteten Hälften wurden durch 5 Döbbel aneinander gefügt, und um die Mitte jeder Röhre legte man einen ($1\frac{1}{2}$ Zoll) 39 Millimeter hohen, (0,9 Linien) 2 Millimeter starken Kupferblechring, der mit messingenen Holzschrauben befestigt wurde; je 2 Röhren verband man durch (8 Zoll) 209 Millimeter hohe Muffen aus gleich starkem Kupferblech, welche zu je (4 Zoll) 105 Millimeter die obere und untere Röhre umfassten, wie die Ringe befestigt und wie diese um ihre Blechstärke in das Holz versenkt wurden. — Bei dem Bohrloch No. 4 zu Elmen[89]) stellte man die Röhren aus Dauben von Eichenholz her. Jede Röhre wurde aus 7 Dauben zusammengesetzt, die aus (6 Zoll) 157 Millimeter breiten, ($2\frac{1}{4}$ Zoll) 59 Millimeter starken Brettern gefertigt und genau nach einer Schablone sowol in ihrer inneren Abrundung, als in den Fugen bearbeitet wurden; der innere Durchmesser war ($9\frac{1}{2}$ Zoll) 248 Millimeter, der äussere (12 Zoll) 314 Millimeter, die Wandstärke also ($1\frac{1}{4}$ Zoll) 33 Millimeter. Die Dauben wurden durch Döbbel zusammengefügt, welche ($1\frac{1}{2}$ Zoll) 39 Millimeter tief und (4 Linien) $8\frac{3}{4}$ Millimeter stark waren und (3 Fuss) 942 Millimeter von einander entfernt standen; nach der Verdöbbelung wurden provisorisch eiserne Ringe umgelegt. Demnächst erfolgte das Abdrehen des äusseren Umfangs auf der Drehbank und das Eindrehen eines Randes zur Aufnahme der Muffe. Die Muffen aus Kupferblech waren (8 Zoll) 209 Millimeter hoch, mittelst Hartloth gelöthet und mittelst 28 Messingschrauben befestigt, von denen 4 auf jede Daube, je 2 auf die untere und obere Röhre kamen; von je (3 zu 3 Fuss) 942 zu 942 Millimeter wurden (3 Zoll) 78 Millimeter hohe kupferne Bundringe umgelegt, deren Enden ($2\frac{1}{2}$ Zoll) 65 Millimeter übereinander griffen und welche mit 3 Messingschrauben befestigt wurden.

Selten wendet man Kupferröhren zur Isolirung an und zwar dann, wenn die Holzröhren das Loch zu sehr verengen würden, so z. B. beim Bohrloch No. 3 zu Elmen. Bei einem lichten Durchmesser von ($7\frac{1}{2}$ Zoll) 196 Millimeter hatten die Röhren ($\frac{1}{8}$ Zoll) $3\frac{1}{4}$ Millimeter Wandstärke,

---

[88]) Karsten und v. Dechen Archiv 1854. Bd. 26. I. S. 54.
[89]) Zobel: in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 9. B. S. 143.

sie waren an den Längsnähten mittelst Hartloth verlöthet und je zwei Röhren wurden durch (1 Fuss) 314 Millimeter lange Muffen verbunden, welche mit 20 Stück kupfernen Nieten vernietet und mit Zinnloth verlöthet wurden. — Bei dem zweiten Bohrloch zu Neusalzwerk verkleidete man die untern (600 Fuss) 188 Meter mit kupfernen Röhren, während die oberen (1500 Fuss) 470 Meter Holzröhren erhielten. Die Kupferrohre waren (10 Fuss) 3,139 Meter lang, je 2 wurden schon vor dem Einlassen zu einem Stück verbunden, sie hatten einen äusseren Durchmesser von ($7^1/_8$ Zoll) 186 Millimeter, einen innern von ($6^7/_8$ Zoll) 180 Millimeter; die Verbindung erfolgte durch (9 Zoll) 235 Millimeter lange Muffen, welche ($7^3/_8$ Zoll) 193 Millimeter äusseren Durchmesser, also eine Blechstärke von ($^1/_8$ Zoll) $3^1/_4$ Millimeter hatten, die Muffen wurden an jedem Rande durch 2 Nietreihen vernietet, die eine ($1^1/_8$) 29, die andere ($3^1/_8$ Zoll) 82 Millimeter vom Rande; die Niete waren ohne Kopf ($6^1/_2$ Linien) 14 Millimeter, mit Kopf ($7^1/_2$ Linien) 16 Millimeter lang, am Kopfende ($^1/_4$ Zoll) $6^1/_2$ Millimeter dick, nach vorn etwas verjüngt, um sie leicht in die ($^1/_4$zölligen) $6^1/_2$ Millimeter weiten Nietlöcher einzuführen, aussen waren die Nietköpfe verzinnt. Die Röhrenenden wurden innerhalb der Muffen durch Zinn gelöthet, indem nach der Nietung Zinn eingegossen wurde, wobei man die Röhren durch Umlegen glühender Ringe erhitzte.

Das Einlassen der Röhren geschieht gewöhnlich mittelst Seil; indess hat man sich danach zu richten, ob die Verröhrung bis zu Tage reicht, und wie schwer die Röhrentour ist; denn Touren, welche verloren eingesetzt werden und nicht bis zur Hängebank reichen, werden ebenso wie Holzröhren, welche immer der Belastung bedürfen, am besten mittelst Gestänge eingehängt, welches bei dem Tiefersenken der Röhrentour mit dieser verlängert werden muss. Zum Festhalten dienen die Röhrenbündel, deren man zur Sicherheit wohl mehre anlegt. Es sind dies zweitheilige eiserne Ringe, deren Hälften um ein Charnier drehbar sind, und welche mit Haken zum Einhängen der Schurzketten versehen sind. Andere Röhrenbündel bestehen aus zwei Holzstücken, welche in ihrer Mitte passende Einschnitte zur Aufnahme der Röhren haben; für Eisenröhren werden wohl raspelartig gefeilte Eisenstücke in die Hölzer gelegt, um die Reibung zu vermehren. Beim Einhängen von Holzröhren ist es gut, in beiden Arten von Bündeln vorspringende Zacken zum Eingreifen in das Holz anzubringen.

Die Röhren werden in der Werkstatt zu längeren Zügen zusammengesetzt, deren Länge sich nach der Höhe des Bohrthurms und den sonstigen zum vorliegenden Zweck vorhandenen Einrichtungen bestimmt, namentlich ist massgebend, dass man die Aneinanderfügung eines neuen Zuges an die bereits im Loche hängende Tour bequem ausführen kann. Die Züge werden vorher numerirt und gut aneinander gepasst. Bei eisernen Röhren, bei denen eine Vernietung des neu einzuhängenden Zuges mit der obersten Röhre der bereits eingehängten Züge über der Hängebank erfolgen muss,

thut man gut, nur an dem einen Ende die Nietlöcher vorher anzubringen, an dem anderen erst, wenn die Röhren bereits ineinander stecken, weil dann ein besserer Anschluss erreicht wird. Die Niete werden von oben in die Röhren eingeführt, wozu man sich einer an einer der Zuglänge entsprechenden Stange befindlichen Zange[90]) bedient; sobald mittelst desselben der Niet durch das Loch geteckt ist, muss er festgehalten werden, weshalb man ihn wohl mit Bindfaden umwickelt, damit er nicht in das Loch fällt. Kind führte die Niete früher an gespaltenen Stangen gleichfalls von Innen ein, später aber von Aussen, und wählte als Nieteisen Drahtstücke, (7 bis 8 Linien) $1^1/_2$ bis $1^3/_4$ Millimeter lang, (8 Linien) $1^3/_4$ Millimeter stark, deren nach Innen gestecktes Ende etwas aufgespalten wird, beim Antreiben gegen den Nietambos bildet sich in den versenkten Nietlöchern innerhalb der Kopf, welcher ausserhalb durch den Hammer geformt wird. Der Nietambos von Kind besteht aus zwei, etwa (6 Zoll) 157 Millimeter hohen, halbcylinderischen massiven eisernen Backen, die Stange des einen Backens ist mittelst eines beweglichen Gelenks an der des anderen befestigt, die letztere hat oben eine Schraubenspindel, mittelst deren der ganze Apparat mit einer Bohrstange oder durch einen Wirbel mit einem Seile verbunden wird; in gleicher Art an einer Bohrstange befestigt ist zwischen den beiden Backen ein konischer Keil angebracht: sobald nun der Nietnagel sich in dem Loche befindet, wird der Keil gesenkt, wodurch der bewegliche Backen an den Niet angedrückt wird und den Ambos bildet. Rost macht Backen und Keil von Holz und beschlägt sie mit Eisen; die Führungsstangen an beiden haben bei Rost die Länge des Röhrenzuges. Zobel[91]) bediente sich eines ähnlichen Nietkolbens wie Kind; der Keil ist bei ihm gabelförmig, die Backen sind hohl, letztere hängen am Gestänge, der Keil an einem Seil mit Rutschscheere. Auch der von Ottiliä[92]) beschriebene Nietkolben beruht auf demselben Princip.

Bei der Verröhrung eines zu Baranowo in der Provinz Posen auf Soole 1847 niedergebrachten Bohrlochs bediente sich der Bohrmeister Cramer zum Aneinandernieten der 1,569 Meter langen Röhrenstücke eines Nietkolbens in umstehender Construction, Fig. 65. Derselbe besteht aus zwei Cylinderabschnitten a a von Gusseisen, welche nach Unten keilförmig abgeschrägt sind; mit denselben sind durch Schrauben die Stangen b b verbunden, welche bei c c an einem Ringe f befestigt sind, welcher sich auf den oberen Rand des anzunietenden Röhrenstückes aufsetzt. Die gusseisernen Halbcylinder werden durch einen zwischen geschobenen Holzkeil d auseinander und gegen die Röhrenwände gepresst, indem der Hebel e, welcher ebenfalls auf dem Ringe befestigt ist, zum Anziehen dient.

---

[90]) Rost a. a. O. S. 150.
[91]) Zobel a. a. O. Bd. 9. B. S. 146.
[92]) Ottiliä: in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 7. B. S. 230.

Statt des Vernietens bedient man sich auch wohl des Verschraubens, indem man mit dem Handbohrer Schraubengänge in die Röhrenwände einschneidet, wenn die Röhren aufeinander stehen; dieses Verfahren eignet sich gut für Muffen, die an dem unteren Satz angenietet sind. Ganz un-

Fig. 65.



zweckmässig ist das Verfahren von Degoussé, welcher Schraubenniete vorschlägt, die aussen mit Schraubenmuttern verschraubt werden, wodurch aber sehr leicht Gelegenheit zum Hängenbleiben der Röhrentour gegeben wird.

Bei Holzröhren geht die Vereinigung der Sätze bei der Anwendung von Muffen besser und schneller vor sich, als bei eisernen Röhren.

Alle Röhrentouren werden oben an den Bohrtäucher nach ihrem Einlassen befestigt (angebündelt), wobei es nicht darauf ankommt, ob man mit dem früheren Durchmesser oder mit einem kleineren darunter fortbohren will; ganz nothwendig aber ist diese Befestigung, wenn der Durchmesser beibehalten werden soll, da dann die Röhren unten nicht aufruhen, sondern mindestens (6 Fuss) 1,883 Meter über der Bohrlochssohle hängen. Das Anbündeln geschieht bei eisernen Röhren, indem man um den oberen Röhrenrand einen starken Ring nietet, welcher mit Armen oder Tatzen versehen ist und mittelst derselben auf den Bohrtäucher aufgenagelt wird. Der Spielraum zwischen den Bohrlochswänden und der Röhrentour beträgt in der Regel ($^1/_2$ Zoll) 13 Millimeter[93]), besser ist es, einen grösseren Spielraum zu geben, bis (1 Zoll) 26 Millimeter, weil alsdann das Einsenken

[93]) Ottiliä a. a. O. Bd. 7. B. S. 229.

leichter von Statten geht. Bevor man die Röhrentour einlässt, muss man das Bohrloch prüfen, ob es senkrecht niedergebracht ist und eine cylinderische Gestalt hat, weil andernfalls die Röhren gar nicht oder schwierig sinken; diese Prüfung erfolgt durch Einhängen einer langen, cylinderischen Lehre von Holz, deren Durchmesser nur wenig geringer als der des Bohrlochs ist. Klemmt sich, trotzdem die Lehre ohne Hinderniss das Bohrloch passirt hat, dennoch die Röhrentour, so rührt dies meist vom Nachfall her; man nimmt dann die Röhrentour an den Schwengel und hebt und senkt ein wenig, oder dreht die Röhren im Loche, was aber immer mit Vorsicht auszuführen ist; nöthigenfalls zieht man die Röhrentour aus, damit der Nachfall vor Ort fällt und das Loch in den oberen Höhen frei wird. Auch kann man leichte Rammschläge auf die Röhrentour geben, um das Hinderniss zu beseitigen, auch durch Pressen eine Fortbewegung bewirken, was indess immer bedenklich ist, weil sich die Röhren dadurch leicht in einander drücken. Zum Geradrichten solcher verdrückten Stellen bedient man sich alsdann des Nietkolbens, der bis zu der verdrückten Stelle eingeführt wird.

Wenn man mit der Röhrentour die Bohrlochssohle erreicht hat, so wird das Loch gereinigt und man schreitet — wenn dies überhaupt beabsichtigt wird — zur Fortsetzung der Bohrarbeit unter der Röhrentour. Hierbei hat man zu unterscheiden, ob man den Durchmesser des Bohrlochs verkleinern oder beibehalten will, im letzteren Fall liegt dann die Absicht vor, die Röhrentour nachzusenken, weshalb mit dem Erweiterungsbohrer gebohrt werden muss.

Die Verengerung des Bohrlochs unter der Röhrentour beträgt nur etwa ($^1/_4$ Zoll) $6^1/_2$ Millimeter gegen den lichten Durchmesser der Röhren, oft sogar nur (1 bis $1^1/_2$ Linien) $2^1/_8$ bis $3^1/_4$ Millimeter, da es nur nöthig ist, dass die Röhren festen Fuss haben. Beim Weiterbohren ist grosse Vorsicht nöthig, damit man in der Fortsetzung die Axe des oberen Bohrlochstheils beibehält. Das Hütchen des Freifallstücks von Kind darf dabei niemals im Niveau des Röhrenschuhes spielen, weil dadurch die Regelmässigkeit des Fangens beeinträchtigt wird; man vermeidet das durch Aufsetzen einer Hülfsstange auf den Bohrklotz, die man wegnimmt, wenn das Bohrloch so weit vertieft ist, dass alsdann das Hütchen unter dem Schuh zu stehen kommt.

Tritt später durch Bildung von neuem Nachfall die Nothwendigkeit einer zweiten Verrohrung ein, so ist zu überlegen, ob man besser thut, unter der alten Röhrentour auf den alten Durchmesser zu erweitern und die erste Tour zu senken und zu verlängern, oder ob man ohne Erweiterung des Lochs eine zweite, engere Tour einsetzt. Dies hängt von der Festigkeit des Gebirges ab und auch davon, ob die erste Röhrentour noch beweglich und weiter fortführbar ist. Bringt man eine zweite Tour ein, so lässt man sie entweder, wie die erste, bis zu Tage reichen, oder man führt sie nur einige Fuss bis über das untere Ende der ersten, dann heisst sie

verloren. Eine verlorene Tour ist nicht anwendbar, wenn man darunter mit dem durch die erste Tour erhaltenen Durchmesser fortbohren will, auch ist sie im Allgemeinen bedenklich, weil sehr leicht Beschädigungen eintreten können. In allen Fällen erhält auch die zweite Tour einen Schuh, mit dem sie sich aufsetzen kann; auch ist bei der zweiten der nöthige Spielraum zu geben, damit das Einhängen leicht von Statten geht, derselbe beträgt in der Regel ($1\frac{1}{2}$ bis 2 Zoll) 39 bis 52 Millimeter gegen die erste Tour. Hieraus folgt, dass man mit grossem Durchmesser beginnen muss, wenn man das Gebirge nicht kennt und bedeutende Tiefen erreichen will, weil nach der Einbringung mehrer Röhrentouren der Bohrlochs-Durchmesser sonst zu sehr verringert wird.

Die zweite Röhrentour wird in ganz gleicher Weise eingesetzt, wie die erste, wenn sie bis zu Tage reicht. Auch die verlorene Tour wird in derselben Art eingebracht mit Ausnahme der obersten Röhre, die künstlich festgehalten werden muss, bis die ganze Tour bis vor Ort gesenkt ist. Dieses Festhalten erfolgt am einfachsten mittelst des Nietkolbens, den man anspannt, mit der Tour am Gestänge einführt und demnächst, wenn die Röhren die ihnen zugewiesene Stelle erreicht haben, wieder löst und hebt. Zur grösseren Sicherheit giebt man den beiden Backen des Kolbens auch Nasen, welche in Löcher der obersten Röhre eingreifen. Man trichtert den oberen Rand der verlornen Tour ein wenig aus, damit er sich an die vorhandene Röhrentour, beziehungsweise an die Bohrlochswand anlegt. Zum Einhängen verlorener Touren benutzt Kind ein eigenes Instrument[94]). Dasselbe besteht aus (2 Fuss) 628 Millimeter langen, oben in einem Charnier beweglichen, eisernen Schenkeln, welche mittelst eines gemeinschaftlichen Halses an das Gestänge geschraubt werden können; an der äusseren Seite tragen die Schenkel schräg gestellte, nach Oben gebogene Stifte, denen entsprechend Löcher in die oberste Röhre dicht unter dem Rand gebohrt werden; in diese Löcher werden die Stifte der Schenkel gesteckt. Zwischen den Schenkeln befindet sich ein in einem Charnier drehbarer Steg, welcher, wenn er niedergedrückt wird, die beiden Schenkel auseinander und fest an die Röhrenwand treibt, so dass die ganze Tour an dem Instrument festhängt; an einer Oese des Stegs ist das Löffelseil befestigt, welches beim Einlassen nachgeführt wird. Sobald die Röhrentour vor Ort gelangt ist und fest steht, wird der Steg angezogen, so dass die Schenkel frei werden und zusammenfallen und zu Tage gefördert werden können. — Das von Rost zu diesem Zweck angewendete Instrument[95]) besteht aus zwei gebogenen, federnden Schenkeln, welche oben durch einen Bügel mit einander verbunden sind; die Schenkel haben unten an ihrer äusseren Seite Nasen, mit denen sie in Löcher der obersten Röhre eingreifen. Der Bügel ist durchlocht und mit einer links geschnitten Schrauben-

[94]) Kind: Anleitung zum Abteufen der Bohrlöcher, 1842. S. 70.
[95]) Rost a. a. O. S. 152.

mutter versehen, durch welche eine Stange mit entsprechender Schraube geführt ist; die Stange wird oben mit dem Gestänge verbunden, unten trägt sie einen Steg, der zwischen die beiden Schenkel passt. Wird die Schraube am Instrument angedreht, so tritt der Steg zwischen die Schenkel und drückt dieselben gegen die Röhre, welche auf diese Weise festgehalten wird; nach der Ankunft der Röhrentour vor Ort wird der Steg wieder niedergeschraubt, die Schenkel lösen sich dadurch und das Instrument kann zu Tage geholt werden. — Bruckmann benutzt beim Einlassen von Isolirungsröhren folgendes Instrument[96]), welches auch für verlorene Touren anwendbar ist. Eine hölzerne Scheibe wird genau für den Schuh der untersten Röhre passend gemacht, also am Rande konisch abgearbeitet, so dass der Röhrenschuh sich fest darauf stützen kann; in der Mitte erhält die Scheibe ein Loch mit links geschnittener Schraubenmutter, am Rande aber 4 diametral gegenüberliegende dreieckige Einschnitte, die mit ihren Spitzen etwa (1 Zoll) 26 Millimeter entfernt vom Umfange des Lochs stehen. In das Loch wird eine Bohrstange mit links geschnittener Schraubenspindel eingeschraubt und nun die Röhrentour, auf der Scheibe ruhend, unter Nachführung des Bohrgestänges eingehangen. Wenn die Tour vor Ort steht, wird das Gestänge aus der Scheibe gelöst. Demnächst führt man einen Centrumbohrer ein, mit dem man das Loch in der Scheibe so lange erweitert, bis der Umfang desselben in die Dreieckseinschnitte hineinreicht; hierdurch ist die Holzscheibe in vier Quadranten zertheilt, welche nun vom Wasser getragen in die Höhe steigen und so zu Tage treten, oder vom Löffel aufgenommen werden. — Beim Einlassen der Holzröhren für das Bohrloch No. 4 zu Elmen benutzte Zobel[97]) einen klauenartigen Apparat. Eine Stange, welche mit dem gewöhnlichen Bohrgestänge verbunden ist, endigt nach Unten in eine ziemlich lange Schraubenspindel, welche durch ein Mutterstück hindurchgeht; dieses hat an beiden Seiten Gelenke, an denen zwei Schenkel hängen, welche unten mit nach Aussen gehenden, klauenförmigen Ansätzen versehen sind; beide Schenkel sind von einem keilförmigen Ring umfasst, an welchem die Schraubenspindel befestigt ist. Wird die Schraubenspindel links gedreht, so wird der Keilring in die Höhe gezogen und die Schenkel ziehen sich zusammen, entgegengesetzten Falls werden sie auseinander getrieben. In der untersten Holzröhre liess man auf gegenüberstehenden Punkten ein Stück der Dauben fehlen; in die hierdurch gebildeten Löcher greifen die Klauen des Instruments ein, wenn die Schenkel auseinander getrieben sind, so dass die ganze Tour auf den Klauen ruht; will man das Instrument lösen, so hat man nur nöthig, den Keilring anzuziehen. — Der von v. Seckendorff[98]) angewendete halbe Mond ist nur bei kleinerem

---

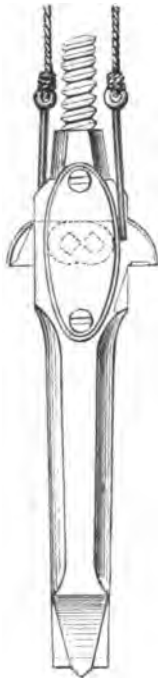
96) Bruckmann: Anleitung zur Anlage artesischer Brunnen. 1838. S. 170.

97) Zobel a. a. O. Bd. 9. B. S. 145.

98) v. Seckendorff: in allgem. berg- u. hüttenm. Zeitg. von Hartmann. 1862. S. 29.

Durchmesser der Röhren brauchbar. Die an dem Bohrgestänge befindliche Stange ist unten aufgeschlitzt, in dem Schlitz bewegt sich um einen Bolzen eine dreieckige Klaue, deren eine Seite so schwer ist, dass sie von selbst aufklappt. Wenn die Röhre darauf steht, liegt die Klaue horizontal, doch muss man darauf Bedacht nehmen, dass sie beständig durch die Röhrentour belastet ist, weil sonst das Aufklappen stattfindet. Um dies zu vermeiden, bringt man an der schweren Seite ein Loch oder eine Oese an, in welcher man eine Schnur befestigt, die beim Einlassen nachgeführt wird; die schwächste Stelle der Schnur muss unmittelbar an der Oese sein, damit, wenn die Röhrentour vor Ort ist, die Schnur durch Ziehen hier abgerissen werden kann. Ist dies geschehen, so klappt die Scheibe auf und das Instrument kann aufgeholt werden. Auch lassen sich die Röhren mit denselben Instrumenten einlassen, welche dazu dienen, sie aus dem Bohrloche herauszuheben, wie namentlich der Röhrenheber, welcher weiter unten erwähnt wird.

Fig. 66.



Will man unter der Röhrentour mit dem früheren Durchmesser weiter bohren, so muss man den Erweiterungsbohrer benutzen, wodurch man den sehr wesentlichen Vortheil erreicht, die erste Röhrentour tiefer senken zu können und das Bohrloch nicht durch mehrere Touren zu verengen. Der Erweiterungsbohrer von Kind mit beweglichen Nachschneiden[99]) ist der wichtigste und gebräuchlichste, mit welchem man zu gleicher Zeit das Bohrloch in engeren Dimensionen vertieft und in der ursprünglichen erweitert. Fig. 66. Der untere Theil ist der gewöhnliche Meissel mit Ohrenschneiden, wie er oben S. 57 beschrieben; der Schaft ist oben verstärkt und trägt in sich die beiden beweglichen, gut verstählten Nachschneiden, die um die in dem Schaft befindlichen Bolzen drehbar sind. Beim Einlassen des Meissels müssen die Nachschneiden eingeklappt sein und werden durch eingesteckte Holzkeile oder eiserne Niete in dieser Stellung festgehalten. An der Wurzel der Schneiden sind kurze eiserne Zugstangen, oben in einer Oese endend, angebracht, in diese Oese bringt man für jede Schneide ein ganz trockenes Hanfseil und befestigt dessen anderes Ende, indem man es straff anzieht, an der über dem Meissel befindlichen Bohrstange. Wenn der Meissel vor Ort aufschlägt, so fallen die Holzkeilchen nach den ersten Erschütterungen heraus, und, da auch die Hanfseile inzwischen durchnässt sind und sich in Folge dessen verkürzt haben, springen die Nachschneiden heraus und nehmen ihre Stellung zum Bohren an. Bei den Bohrarbeiten

[99]) v. Seckendorff Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 1. B. S. 76.

zu Schöningen hatte sich gezeigt, dass die Holzkeilchen oder Niete häufig zu früh entfielen und dadurch die Nachschneiden noch innerhalb der Röhrentour aufklappten; v. Seckendorff brachte deshalb an den Schneiden ganz kurze, nach unten gehende Zugstängelchen an, in deren Oesen er Draht befestigte, dessen Enden unterhalb der Schneide des Meisselblattes zusammengebunden wurden; beim Aufschlagen des Meissels hieb dieser den Draht durch und die Nachschneiden konnten ausspringen. Der Erweiterungsbohrer hat den Nachtheil, dass die Nachschneiden dem Stosse nicht Widerstand genug entgegensetzen, dass sie sich schneller als der Hauptmeissel wegen ihrer geringeren Masse abführen, dass sie häufig in anderem Gebirge arbeiten, wie der untere Meissel, und deshalb einen andern Hub, wie dieser, verlangen, dass der Widerstand an der Peripherie zweimal zu überwinden ist. Dem gegenüber steht der grosse Vortheil, dass man nur eine Röhrentour einzuhängen hat und dieselbe ohne wesentliche Arbeitsunterbrechung der Bohrarbeit nachführen kann, indem man sie immer (5 bis 6 Fuss) 1,569 bis 1,883 Meter über der Bohrlochssohle hält; allerdings ist das Nachschieben der Röhren noch nicht überall befriedigend ausgefallen[100]).

Ausser dem beschriebenen sind von Kind noch andere Erweiterungsbohrer angegeben und benutzt. Eine Einrichtung, welche sowohl unmittelbar über dem Meissel, wie an jeder anderen Stelle zur Erweiterung des Loches in oberer Höhe angebracht werden kann, besteht in Folgendem. Der Nachschneideapparat bildet hier ein besonderes Stück, welches nach Unten mittelst Schraubentute, nach Oben mittelst Schraubenspindel mit dem Gestänge verbunden wird, die Nachschneiden sitzen in diesem Stück und sind um Bolzen beweglich. Auf demselben wird eine Bohrstange aufgeschraubt, über welcher eine stählerne Spiralfeder gezogen ist, die unterhalb durch eingeschraubte Stifte unterstützt, oberhalb durch einen straff aufgezogenen, aber durch die Feder nach Oben verschiebbaren Ring abgeschlossen wird. An diesem Ringe sind zwei Oesen angebracht, von jeder derselben reicht ein starker Eisendraht bis an die Ohren der Nachschneiden und wird so mit diesen verbunden, dass, wenn die Spiralfeder vollständig ausgedehnt ist, der Ring also seine höchste Stelle einnimmt, die Nachschneiden ausgespannt sind. Wenn man das Instrument einlassen will, legt man die Schneiden ein, wodurch der Ring nach unten gezogen, die Feder zusammengedrückt wird; die Befestigung erfolgt durch Holzkeile, kann auch, wie oben angegeben, durch Draht erfolgen. Beim Aufschlagen des Meissels vor Ort werden die Schneiden gelöst und springen durch die Ausdehnung der Feder und das dadurch vermittelte Höherschieben des Ringes aus.

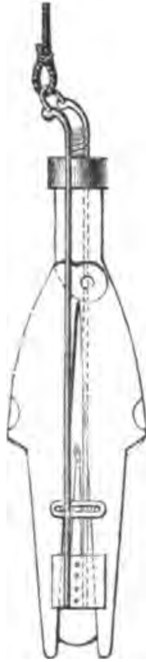
Nicht in Verbindung mit dem Vorbohrer benutzt Kind folgendes Instrument zum Erweitern eines Loches unter der Röhrentour.

---

[100]) Grund a. a. O. Bd. 9. B. S. 154; Engelhardt ebenda Bd. 7. B. S. 41.

Fig. 67. Dasselbe besteht aus zwei Schenkeln, von denen der eine am andern mittelst Charnier beweglich ist, der letztere verlängert sich nach Oben zu einem Halse mit Schraubenspindel zur Verbindung mit dem Gestänge, während beide nach Unten spitz zulaufen; an dem oberen massigeren Theile der Schenkel sind die festen Schneiden eingeschweisst. Zwischen den Schenkeln ist ein Keil vorhanden, der mit seinem stärkeren Theile nach unten gekehrt ist; an dem Keile sind zu beiden Seiten Bleche angenietet, welche ihm an den Breitseiten der Schenkel zur Führung dienen. An den Blechplatten ist eine den ganzen Apparat umfassende Gabel befestigt, von deren oberem Ringe aus ein Seil bis zu Tage führt; hat der Keil seinen tiefsten Standpunkt, so sind die Schenkel zusammengeklappt und das Instrument kann durch die Röhren bis zur Stelle, wo die Schneiden arbeiten sollen, hindurchgeführt werden. Alsdann zieht man das Seil an, wodurch der Keil aufgezogen wird und die Schenkel auseinandergespreizt werden; damit dies auf das gehörige Mass geschieht, ist in jedem Schenkel ein Stift vorhanden, auf denen ein glatter Ring aufliegt, die Stifte berühren die Seitenkanten des Ringes, wenn die Schenkel weit genug ausgespannt sind. Wenn der Apparat zu Tage geholt werden soll, so wird der Keil gesenkt, welcher sich mittelst eines Hakens auf den Ring auflegt, während die Schenkel zusammenklappen.

Fig. 67.



Beim Erweitern in solcher Weise bleibt unter dem Röhrenfuss eine Brust in der Bohrlochswand stehen, welche durch einen Erweiterungsbohrer, der von Unten nach Oben arbeitet, beseitigt wird. Derselbe ist ähnlich wie der vorhergehende construirt, nur sind hier die Schneiden nicht in dem oberen Theile der Schenkel, sondern vielmehr an deren unterem Ende befindlich und nach Oben gekehrt. Beide Schenkel sind durch einen Ring umfasst, an welchem die Gabel zur Aufnahme des Seils befestigt ist, während der Keil mittelst Haken auf dem Ringe hängt; auch hier erhält der Keil durch aufgenietete Blechplatten eine Leitung an den Schenkeln. Wird der Ring und mit ihm der Keil gehoben, so werden die vorher zusammengeklappten Schenkel auseinandergespreizt; damit der Ring nicht zu hoch gehoben wird, ist in den Schenkeln ein Absatz angebracht, über welchen der Ring nicht hinausgehoben werden kann.

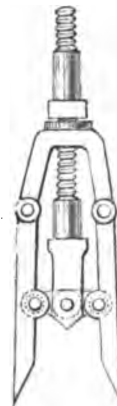
Der Zahnkolben von Degoussé ist ein an einer Bohrstange angeschweisster Cylinder, welcher unten zwei symmetrisch gegenüberstehende Ausschnitte erhält; in diese Ausschnitte passen die beiden Schneiden, welche um eingesetzte Schraubenbolzen drehbar sind. Bolzen und Schneiden werden durch einen vorgeschraubten Deckel festgehalten. Beim Einlassen werden die Schneiden in Ausschnitte eingelegt; wenn dieselben an

der anzugreifenden Stelle des Bohrlochs angelangt sind, wird das Instrument stossweise gedreht, wodurch die Schneiden wenig hervortreten und in das Gebirge einschneiden. Soll aufgeholt werden, so wird in entgegengesetzer Richtung gedreht, wodurch sich die Schneiden wieder einlegen. Dieses Instrument wird nur drehend gehandhabt, dient aber besser mit anders construirten Einsätzen zum Zerschneiden oder Aufholen von Röhren.

Der Federbohrer, welcher nach Ottiliä[101]) zur Erweiterung unter der Röhrentour und namentlich dann angewendet wird, wenn ein dem Sinken der Röhren vorliegendes Hinderniss beseitigt werden soll, besteht in einer Kapsel, welche mittelst eines Steges an einer Bohrstange befestigt ist; an demselben Steg hängen in Gelenken zwei Stahlblätter, deren untere Kante geschärft ist, und welche durch Federn von Innen nach Aussen gedrückt werden. Wenn das Instrument eingelassen werden soll, werden die Blätter eingedrückt und können auch, so lange sich der Apparat innerhalb der Röhren befindet, nicht herausspringen; unterhalb der Röhren aber drücken die Federn die Blätter nach Aussen, und man kann durch kurze Hübe das Hinderniss stossend beseitigen. Beim Wiederaufholen legen sich die Blätter von selbst wieder in die Kapsel. Dieses Instrument kann nur in engen Bohrlöchern benutzt werden.

Um derartige Hindernisse drehend zu beseitigen, beschreibt Ottiliä[102]) ein anderes Instrument. An dem unteren Ende einer Bohrstange sind zwei muldenförmige, mit Schneiden versehene Flügel mittelst Charniere befestigt; beim Einlassen werden die Flügel dicht an die Stange angelegt; ist das Instrument unten angelangt, so bewirkt ein Schwung, den man dem Gestänge giebt, das Aufklappen der Flügel, welche nun beim Drehen in das Gebirge eingreifen. Durch Drehen in entgegengesetzter Richtung legen sich die Flügel an die Stangen an, und man kann ungehindert aufholen. Dieses Instrument ist in seiner Wirkungsweise dem von Degoussé gleich.

Fig. 68.



Bei dem Bohrversuch zu Scherfede[103]) benutzte man zum Erweitern ein Instrument, Fig. 68, welches mit dem oben beschriebenen, beim Einlassen der Röhren zu Elmen gebrauchten viel Aehnlichkeit hat. An einem gabelförmigen Stücke hängen in Gelenken zwei Arme, welche unten die Schneidevorrichtung besitzen; durch das gabelförmige Verbindungstück geht eine mit dem Gestänge verbundene Spindel, die unten in einen Wirbelkopf endet, von dem aus Gelenkstangen nach den Bohrarmen führen und mit diesen durch Charniere verbunden sind. Schraubt man die Spindel

---

[101]) Ottiliä a. a. O. Bd. 7. B. S. 231.
[102]) Ottiliä ebenda.
[103]) Grund a. a. O. Bd. 9. B. S. 157.

in die Höhe, so werden die Arme zusammengezogen; schraubt man nieder, so gehen sie auseinander und zwar am weitesten, wenn die Gelenkstangen horizontal stehen, was erreicht ist, wenn die Brust der Spindel auf dem gabelförmigen Verbindungsstück aufliegt. Will man eine geringere Oeffnung der Arme haben, so legt man auf das Verbindungsstück ein Stück Eisen, so dass die Brust der Spindel früher Widerstand findet und nicht die ganze Länge durchgeschraubt werden kann. — Da die Gelenkstangen ein wenig stabiler Theil sind, hat Grund bei einem Bohrloche zu Pyrmont statt derselben einen Keil angewendet, welcher mit der Spindel verbunden war und die Schenkel direkt auseinanderpresste; der Keil erhielt eine Führung an den Schenkeln.

Bei einem Bohrversuche bei Judenburg[104]) hatte man die mit sehr vielem Gerölle und Geschiebe erfüllten Diluvialschichten zu durchbohren und zugleich die Bohrlochswandungen durch Röhren zu sichern; man wollte es vermeiden, den anfänglichen lichten Durchmesser der Röhren durch Einschieben engerer zu verkleinern und hat deshalb Einrichtungen getroffen, die Röhren in der ursprünglichen Weite bis in das feste Gestein zu treiben. Die Röhren erhielten eine Wandstärke von $2^3/_4$ Millimeter und eine lichte Weite von 266 Millimeter, während der Meissel in seiner Schneide $261^1/_2$ Millimeter breit war. Anfangs sank die Röhre, welche nach Oben allmälig verlängert wurde, durch ihr eigenes Gewicht dem tiefer dringenden Meissel von selbst nach, bis die Reibung dies verhinderte. Man bohrte nunmehr 314 bis 628 Millimeter tiefer und versuchte die Röhre mit ganz schwachen Schlägen auf die vorgebohrte Sohle zu treiben. Zu diesem Zweck setzte man auf die Röhre einen cylinderischen Holzklotz (Mönch), führte durch diesen, indem er centrisch durchbohrt ist, eine schwere Bohrstange, welche in dem Klotz geführt wurde, auf die Stange schraubte man den Bohrklotz, brachte darauf die Freifallscheere und hing diese an den Bohrhebel. Mit dieser Schlagvorrichtung wirkte man in niedrigen Hüben auf den Holzklotz und trieb die Röhre so der Vorbohrung nach. Dabei wurde von den Borlochswänden Gesteinmasse abgeschabt, welche nachrollte und die Röhre nach und nach einklemmte; man musste desshalb die Röhre so weit heben, dass der klemmende Nachfall zwischen Röhre und Bohrlochswand frei in das Loch fallen konnte. Das Heben erfolgte mittelst des Nietkolbens, welcher bis zum tiefsten Rohrende eingelassen wurde. Nachdem der Nachfall niedergefallen war, wurde das Rohr von Neuem durch leichte Schläge eingesenkt, bis nach und nach die Bohrlochssohle in solcher Weise erreicht wurde. Demnächst wurde das Loch durch Löffeln gereinigt und das Vorbohren und demnächst das Röhrensenken erfolgte von Neuem. Nur in seltenen Fällen hatte man nöthig durch einen Nachschneidebohrer unten dem Röhrenfuss Luft zu schaffen;

[104]) Eggenberg: über Tiefbohrungen bei Judenburg, in österr. Zeitschr. f. Berg- u. Hütenwesen. Wien. 1871. S. 17.

im Uebrigen ging das Senken der Röhren ganz glatt von Statten. Die Röhrentour wurde zum vollständigen Abschluss der oberen Geröllschichten noch 470 Millimeter tief in den darunter liegenden Mergel eingetrieben und demnächst das Bohrloch in seiner ursprünglichen Weite von $261\frac{1}{2}$ Millimeter bis zur Tiefe von 190 Meter fortgesetzt, wo wegen Nachfalls in den Mergelschichten eine engere Röhrentour eingesetzt werden musste.

Häufig ist man in der Lage, die Röhren wieder zu heben oder ganz zu Tage zu holen, wozu man sich der Röhrenheber bedient. Man darf diese Instrumente niemals in oberen Höhen der Tour anfassen lassen, weil man dadurch sehr leicht ein Abreissen der oberen Röhren bewirkt, vielmehr muss man am möglichst tiefen Punkt angreifen und noch besser untergreifen. Das gewöhnlich und in einfachen Fällen gebrauchte Instrument ist der Nietkolben oder eine demselben sehr ähnliche Construktion von Kind[105]), welche sich vom Nietkolben nur durch längere Backen unterscheidet. — Glenck band über der Tute einer Bohrstange einen mit Sand gefüllten Sack und führte denselben unter die Stelle, wo er die Röhren fassen wollte; beim Aufziehen bildet der Sack eine Wulst, welche sich an die Röhrenwandungen anlegt und auf diese Weise die Röhren zwingt, in die Höhe zu folgen. Wird dies nicht erreicht und kann man nun die Wulst auch nicht ohne Röhren zu Tage bringen, so muss man wieder tiefer niedergehen und den Sack zu entleeren suchen. — Auf demselben Princip beruht die Fangbirne von Glenck, welche aus einem birnförmigen Eichenklotz besteht und, an dem Gestänge befestigt, in die Röhrentour eingeführt wird; um den Raum zwischen Birne und Röhrenwand zu füllen, bringt man von Tage nieder Sand hinein, am besten ist es, wenn man ein Löffelrohr, mit Sand gefüllt, über die Birne anbringt und an der Stelle des Angriffs lüftet. Hierdurch bildet sich dann auch hier gewissermassen eine Wulst, mit welcher die Röhrentour gefasst werden kann. — Nach Alberti wird ein abgestumpfter Holzkegel, mit der grossen Fläche nach unten, am Gestänge eingeführt. Zu gleicher Zeit geht ein aus dünnen Holzdauben zusammengesetztes cylinderisches Gefäss, am Seile hängend, nieder, an dessen unterem Ende Holzkeile angebracht sind, die sich auf den Umfang des Kegels genau auflegen: ist man an die zu fassende Stelle angekommen, so wird der Kegel gehoben, die Dauben werden dadurch an die Röhrenwandungen angepresst und beim weiteren Heben folgt die Röhrentour mit. — Hierher gehört auch das beim Einlassen der Röhren S. 122 beschriebene Instrument von Seckendorff, welchem das nach Ottiliä[106]) angewendete ganz ähnlich ist. — Ein sehr passendes Instrument ist der von Kind[107]) angewendete Röhrenheber. Eine quadratische Eisenstange, welche mittelst Schraubenspindel mit dem

---

105) Beer a. a. O. S. 295.
106) Ottiliä a. a. O. Bd. 7. B. S. 232.
107) Kind a. a. O. S. 18.

Gestänge zu verbinden ist, endet unten in einen birnförmigen, massiven Körper; über der Stange ist ein Ring verschiebbar, an welchem vier Federarme hängen, diese sind am untern Ende auf der äussern Seite feilenartig gezahnt und werden auch hier durch einen übergeschobenen Ring zusammengehalten. Hat man das Instrument bis zu der anzugreifenden Stelle gebracht, so zieht man mit dem Gestänge, welches beide Ringe passirt, die Birne in die Höhe, wodurch die Arme auseinandergetrieben und in die Röhrenwandungen eingepresst werden, so dass die Röhrentour beim weiteren Heben folgt; geschieht dies nicht, so kann man das Instrument durch erneuertes Senken leicht wieder lösen. Der Apparat ist auch für das Einlassen sehr geeignet.

Das Zerschneiden der Röhren kann sowohl in horizontaler, wie in vertikaler Richtung nothwendig werden; dies ist indess meist nur der Fall, wenn man beim Einlassen nicht die nöthige Vorsicht angewendet hat und das Herausziehen unmöglich wird, aber das Freimachen des Loches durchaus nothwendig ist; um es von Tage her zu erweitern. Zum Zerschneiden bedient man sich am besten des oben S. 125 bei der Erweiterung der Bohrlöcher beschriebenen Instruments von Degoussé, nur muss man die dort erwähnten Meissel mit geeigneten Schneidewerkzeugen vertauschen. Das horizontale Zerschneiden erfolgt durch Drehen, das vertikale durch Auf- und Abwärtsbewegen des Instruments.

Bei Bohrversuchen in Algier benutzte man zum Zerschneiden der Röhren ein Instrument von Purtschet[108]). Dasselbe besteht in einer Gabel, welche mit der Bohrstange verbunden ist; über dem Fusse jedes der federnden Arme sind Löcher angebracht, in welche Blätter eingesteckt werden, deren schneidende Spitzen, je nachdem sie einen Längsschnitt oder einen Kreisschnitt in den Röhren ausführen sollen, verschieden gestellt sind. Beim Einlassen werden die Arme durch eine Schnur zusammengezogen, welche mit der Rutschscheere und dem Löffelseil verbunden wird; durch Ziehen des Löffelseils wird, wenn das Instrument bis zur bestimmten Stelle eingelassen ist, die Schnur zerrissen und die Arme können sich ausdehnen, worauf die Rutschscheere beseitigt wird. Damit die Arme sich nur auf das bestimmte Maass ausdehnen, sind auf jeder Seite derselben Stifte eingenietet, über welche plattgedrückte Ringe gelegt werden, wodurch die Ausdehnung begränzt wird. Durch Auf- und Abwärtsbewegung des Apparats werden alsdann die Schnitte der Länge nach, durch Drehen die Kreisschnitte bewirkt. Beim Ausziehen drücken sich die Arme von selbst zusammen. Die übrigen an derselben Stelle angegebenen Instrumente von Saury gleichen sehr den von v. Seckendorff und Ottiliä angegebenen und bereits oben beschriebenen.

Bei Bohrversuchen auf Braunkohle in der Nähe von Schöningen sind durch Greifenhagen[109]) verschieden construirte, wirkliche Röhren-

[108]) Annales des mines 7. Série, tome IX. S. 359.

[109]) Greifenhagen: in berg- u. hüttenm. Zeit. von Kerl u. Wimmer. Jahrg. 1866. S. 305. 319.

sägen angewendet, die im Wesentlichen darauf beruhen, dass die Sägeblätter in horizontalen Lagern an zwei beweglichen Armen angebracht sind, welche mittelst Keil oder Ring an der zu zerschneidenden Stelle bis zur Röhrenweite aus einander gezwängt werden. Zu erwähnen ist noch, dass Greifenhagen, damit die Sägevorrichtung nicht freihängt, unter derselben Bohrstangen bis zum Tiefsten des Bohrlochs anschraubt und denselben einen Fuss als festes Lager giebt.

Zuweilen ist man in die Lage versetzt, einem bereits vorhandenen Bohrloche von Oben her einen grösseren Durchmesser zu geben; alsdann muss man die eingebrachten Röhren beseitigen und das Bohren in der ganzen Tiefe wiederholen. Das Verfahren empfiehlt sich keineswegs, da es viel kostbarer ist, als wenn man dem Bohrloch von vornherein den beabsichtigten Durchmesser giebt, und da man die einmal überwundenen Schwierigkeiten, welche durch die Beschaffenheit des Gebirges erwachsen, von Neuem durchmachen muss. Das Bohrloch No. 1 zu Neusalzwerk, mit welchem die berühmte Badequelle erschlossen worden ist, wurde, um einen stärkeren Ausfluss der Quelle zu erzielen, erweitert, wobei man die grössten Schwierigkeiten hatte. Zum Erweitern von Oben dienen die Büchse oder die derselben ähnlichen, früher S. 60 beschriebenen Instrumente oder auch die eigentlichen Erweiterungsbohrer, welche S. 122 erwähnt sind. Beim Betriebe des Königin-Maria-Schacht am Harz [110]) hat man zur Bildung eines Bergesturzes in eine tiefere Sohle von der Schachtscheibe aus ein Bohrloch niedergebracht. Dieses wurde mit (6 Zoll) 157 Millimeter Durchmesser vorgebohrt und alsdann auf (20 Zoll) 523 Millimeter erweitert. Hierzu wurde ein gusseiserner Cylinder an die Bohrstange geschraubt, in welchem sich 16 pyramidale, nach Oben sich verengende Löcher befanden, in welche gussstählerne, ($2^1/_2$ Zoll) 65 Millimeter lange Bohrmeissel eingesetzt wurden; davon waren an der Peripherie 8 angebracht, von denen 4 radial, die 4 anderen dem Bohrlochsumfang entsprechend gebogen eingesetzt waren; die übrigen 8 Meissel sind zu je 4 in zwei engeren concentrischen Kreisen eingesetzt und zwar steht immer die eine Schneide rechtwinkelig zu den beiden zugehörigen Nachbarschneiden. Die Schneiden werden durch einen Holzpflock in den Löchern des Cylinders festgehalten und sollen durchaus festsitzen (?). Das Instrument ist complicirt und von zweifelhaftem Werth.

Damit der Bohrschlamm nicht in das Tiefste des vorgebohrten Loches fällt, muss man dasselbe abschliessen. Hierzu benutzt Alberti ein besonderes Instrument [111]): ein hohler, aus Dauben von weichem Holz gefertigter Cylinder, der oben und unten mittelst Draht gebunden ist, wird mit Hanfschnüren oder Lederstreifen umlegt, wobei der Durchmesser noch

---

[110]) Neimcke: in berg- u. hüttenm. Zeitung v. Kerl u. Wimmer. 1867. S. 201.

[111]) Alberti: Das Seilbohren im Kalkgebirge, in Dingler Journal Bd. 64. S. 41.

nicht den des unteren Bohrlochs erreichen darf; oben ist der Cylinder durch eine mit Eisen beschlagene Lederklappe bedeckt, von unten her ragt in den Cylinder ein Holzkeil, welcher mit einer linksgeschnittenen Schraubenmutter versehen ist. Das Instrument wird am Gestänge eingeführt, mit dem Gestänge wird der Keil angezogen, wodurch die Dauben des Cylinders ausgedehnt werden, so dass eine Liderung der Bohrlochswände bewirkt wird, während die Lederscheibe das Loch abschliesst. Das Gestänge wird durch Abschrauben gelöst und erst wieder eingeführt, wenn wegen weiterer Fortschreitung der Erweiterung das Instrument tiefer gesenkt werden muss.

*b.* Andere Befestigungsarten der Bohrlochswände.

1. Verletten. Wenn zwischen festen Gebirgslagen einzelne lockere Schichten vorkommen, beseitigt man den dadurch veranlassten Nachfall zuweilen mit Glück durch Einbringung einer consistenten Masse von gehörig durchgeknetetem Thon. Nachdem die Schichten durchbohrt sind, wird unmittelbar nachher die Masse eingebracht und mittelst der Bohrkeule, einem cylinderischen, unten abgerundeten, am Gestänge einzuführenden Instrument, festgestampft, auch in die Bohrlochswandungen eingedrückt; die Verlettung wird über die brüchige Stelle hinauf fortgesetzt. Demnächst bohrt man wieder auf und hat dann wenigstens auf einige Zeit die Bohrlochswandungen geschützt.

2. Viel geeigneter, auf demselben Princip beruhend, ist das Betoniren, welches neuerdings in Preussen in grossem Umfange mit gutem Erfolg zur Anwendung gelangt. Findet die Betonirung in einem mittleren Theile des Bohrlochs statt, nachdem schon unter der zu befestigenden Stelle weiter gebohrt war, so muss der untere Theil verschlossen werden. Dies geschah bei dem Bohrloch zu Rohr[112]) mittelst eines Spundes. Das Hauptgestänge, welches von Tage niedergeführt wird, endet in einer Gabel, deren Schenkel unten mit Haken versehen sind; diese greifen in Oesen, welche an keilförmigen Backenstücken angebracht sind. Diese Keile sind die Hälften eines Holzcylinders, der genau nach dem zu verschliessenden Bohrloch aussen abgedreht ist, in der Mitte sind sie keilförmig abgehauen; in die hierdurch hergestellte Oeffnung passt der eigentliche pyramidale Keil, welcher mit seiner breiten Grundfläche nach Oben gekehrt ist. Mit dieser hängt er gleichfalls in einer Gabel, welche die Fortsetzung einer Bohrstange ist, über welcher eine an dem Löffelseil hängende Rutschscheere angebracht ist; die Gabelenden stecken lose im Keil. Das Löffelseil hängt mit dem Keil in der Axe des Bohrlochs, das Hauptgestänge seitwärts. Die beiden Theile des Holzcylinders werden durch einen angehängten Stein beschwert, um das Kippen im Wasser zu verhindern, ausserdem werden in der Aussenfläche zwei Rinnen angebracht, in welche

---

[112]) Unger a. a. O. Bd. 7. B. S. 36.

man Bindfaden legt, um eine bessere Verdichtung zu erzielen. Die Vorrichtung wird circa 1 Meter unter die brüchige Stelle eingeführt und demnächst der Keil durch mehrmaliges Schlagen mit der Rutschscheere fest eingetrieben; alsdann zieht man den Rutschscheerenapparat heraus und löst das Hauptgestänge durch Drehen aus den Haken. Man unterbricht einige Stunden die Arbeit, um dem Keilstück Zeit zum Aufquillen zu geben; damit aber jede etwa gebliebene Oeffnung unschädlich wird, schüttet man etwa (3 bis 4 Kubikfuss) 0,093 bis 0,124 Kubikmeter Ziegelsteinbrocken von verschiedener Grösse hinein.

Die Betonmischung bestand zu Rohr aus $^1/_4$ hydraulischem Kalk von Cönnern, $^1/_4$ Trass und $^2/_4$ Portlandcement. Diese wurde in einem sich von unten leicht öffnenden Löffel eingebracht und auf diese Weise mittelst (150 Kbfss.) 4,637 Kubikmeter Masse das Bohrloch von (476 bis 441 Fuss) 149 bis 138 Meter Tiefe ausgefüllt. Die Erhärtung erfolgte nach 2 Monaten, worauf man das Loch ausbohrte und nach Beseitigung des Spundes wieder fortsetzte. — Aehnliche Betonirungen erfolgten bei den Bohrversuchen zu Elmen und Kösen.[113]) In Elmen verstürzte man den unteren Theil des Bohrlochs mit Sand, den man nach der Durchbohrung des Betons mittelst des Löffels beseitigte; die Mischung des Betons bestand hier aus $^1/_6$ hydraulischem Kalk, $^2/_6$ Trass und $^3/_6$ Portlandcement, die aber zu schnell und schon nach 8 Tagen erhärtete.

Eine Betonirung anderer Art wurde in dem Bohrloch No. 4 zu Elmen[114]) zu dem Zwecke vorgenommen, die aus den Bohrlochswänden austretenden Wasser von dem erbohrten Steinsalz abzuhalten. Man hatte den Theil unter dem oberen zu benutzenden Steinsalzlager, in der zuletzt angegebenen Weise betonirt, wieder ausgebohrt, demnächst aber über dem Steinsalzlager noch eine (18 Fuss) 5,649 Meter hohe Betonschicht eingebracht. Auf diese wurden die hölzernen Isolirungsröhren aufgesetzt; diese gewährten gegen die Bohrlochswandungen einen Spielraum von ($1^1/_4$ Zoll) 33 Millimeter; die unterste Röhre hatte fünf Oeffnungen und war an ihrem Fusse mit kupferner Muffe versehen. Nach der Feststellung der Röhrentour wurde von Neuem Beton eingebracht, der bis (4 Fuss) 1,255 Meter über das unterste Rohr reichte; aus demselben war der Beton durch die Schlitze herausgetreten und hatte den Raum zwischen Bohrlochswand und der äusseren Wand des Rohrs vollständig erfüllt. Nach der Erhärtung des Betons, die schon nach 8 Tagen erfolgte, bohrte man innerhalb der unteren Röhre aus und demnächst unter der Röhre bis zum Steinsalzlager, worauf die Beseitigung der darunter befindlichen Sandfüllung stattfand. Die Arbeit war vollkommen gelungen und ist auch bei den späteren Bohrversuchen zu Elmen und Schönebeck, mit denen Steinsalz angetroffen wurde, so auch bei dem neuesten Bohrloch zu Neusalzwerk zur Absperrung oberer wilder Wasser, zur Anwendung gelangt.

[113]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 7. A. S. 245. 246.
[114]) Zobel a. a. O. Bd. 9. B. S. 142. 144. 146.

### VII. Das Kernbohren.

Um die Beschaffenheit des erbohrten Gebirges an jeder Stelle genau zu erkennen, was durch den zu Tage geschafften Bohrschmand nicht möglich ist, benutzt man Instrumente zur Erbohrung von sogenannten Kernen, an denen man zugleich das Fallen der Gebirgsschichten beobachten kann. Man hat zwei Operationen dabei vorzunehmen: 1. das Umbohren des Kerns, was mit einer Büchse geschieht, die nur am Rande das Gebirge fortnimmt und in ihrem Innern einen cylinderischen Zapfen des Gebirges stehen lässt; 2. das Abstossen oder Abreissen dieses Steinzapfens. Hierzu wendet Kind einen complicirten Apparat an,[115]) der aus zwei Theilen besteht: ein Blechcylinder hängt an dem Bohrgestänge, am untern Rande ist derselbe mit einem Ringe versehen, an welchem vier spatenförmige Klappen befestigt sind; beim Einlassen stehen dieselben aufrecht; im oberen Theile hat der Cylinder mehrere Schlitze, um dem schmandigen Wasser den Austritt zu gestatten. In dem Cylinder hängt an Rutschscheere mit Bohrstange und Löffelseil eine Glocke, weit genug, um den Zapfen zu umfassen. Wenn der äussere Cylinder in die erbohrte Rinne angekommen ist, so wird die Glocke gesenkt, welche nun die vier Blätter in den Zapfen eindrückt; diese lösen mit ihren Schneiden den Zapfen, welcher nunmehr auf den Spaten aufruht und zu Tage geholt werden kann. — Zobel wendet zum Losreissen des Zapfens seinen oben S. 109 beschriebenen Eisenfänger an, der dann halbcylinderische Backen und an diesen vorstehende Schuhe erhält, mit welchen der Zapfen losgerissen und zu Tage geholt wird.

### VIII. Allgemeines über das Bohren.

Zur Controle über die Arbeit und zur Sammlung von Nachrichten über den Gang der Bohrbeit sind Bohrtabellen oder Bohrregister zu führen, deren Einrichtung mannigfaltig sein kann. Bei den für fiscalische Rechnung in Preussen betriebenen Bohrversuchen hat man chronologische Tabellen, die für jeden Tag, und zwar getrennt nach Tag- und Nachtschicht, den Zeitaufwand für die Nebenarbeiten (Löffeln, Beseitigung von Brüchen), die Ergebnisse der eigentlichen Bohrarbeit (Aufwand an Zeit, abgebohrte Zolle, ausgeführte Schläge), die Belegschaft, die Gesammttiefe, die Bohrlochsweite, die Hubhöhe, die Nummer der genommenen Gebirgsstufen, Bezeichnung der erbohrten Gebirgsart und eine Colonne für Bemerkungen nachweisen. Ausserdem hat man monatliche Tabellen, welche ausser der Neben- und Bohrarbeit und deren Effect, die verausgabten Bohrlöhne, den Zeit- und Geldaufwand zum Bohren von 1 Centimeter, das Schlaggewicht bei freifallendem Bohrer, die Hubhöhe, die Bohrlochstiefe, die erbohrte Gebirgsformation, die Temperatur im Tiefsten, unter Umständen den Soolgehalt angeben.[116]) Bei kleinen Bohrarbeiten reduciren sich

---

[115]) Beer a. a. O. S. 202.

[116]) Unger a. a. O. Bd. 7. B. S. 24. 25. 29. 31.

selbstredend diese Rubriken, immer aber muss man den täglichen Effect, das durchbohrte Gestein und die durch Unfälle veranlasste Arbeit ersehen können.

Von grosser Wichtigkeit ist die Untersuchung des Bohrschlamms, welche nach jedem Löffeln geschehen soll, wenn die Formation, in der man bohrt, von Wichtigkeit ist. Die aus dem Schlamm gewonnenen Bohrproben müssen sorgfältig aufbewahrt, numerirt und mit Angabe der Bohrlochstiefe, von der sie stammen, etiquettirt werden; die Untersuchung der Bohrproben hat, wenn nöthig, mit allen Hilfsmitteln der Wissenschaft zu erfolgen.

Auch die von dem Bohrschlamm abgefüllten Wasser sind auf Salzgehalt zu untersuchen; zeigen sich davon Spuren, so hat man fortgesetzt mit dem Soollöffel Proben des Wassers zu entnehmen und dessen Salzgehalt zu prüfen. Bohrt man nach anderen mineralischen Wassern, so ist darauf die Untersuchung zu richten. Ferner ist zur wissenschaftlichen Beurtheilung die Kenntniss der Temperatur im Tiefsten des Bohrlochs erforderlich. Diese beobachtet man durch ein gewöhnliches Thermometer, welches in eine mit Talg gefüllte und mit einem Deckel verschlossene Büchse gesteckt und am Seil hineingelassen wird. Bei specielleren Untersuchungen benutzt man hierzu ein Maximum-Thermometer, weil während des Aufholens sich beim gewöhnlichen Thermometer immerhin der Stand des Quecksilbers verändern kann. Bei den Beobachtungen muss man grosse Vorsicht anwenden, weil das Gestein vor Ort durch die anhaltenden Meisselschläge sich sehr erhitzt, weshalb man wohl 5 bis 6 Stunden nach dem Aufholen des Meissels das Thermometer in dem Bohrloche lässt und dann sehr schnell aufholt;[117]) am besten ist es, das Thermometer Sonnabend nach vollendeter Arbeit einzuhängen und Montag vor Beginn der Arbeit wieder aufzuholen, wo dann während der Ruhe am Sonntag eine Ausgleichung der Temperatur im Tiefsten erfolgt.

### IX. Chinesische Bohrmethode.

Bei dieser Methode, welche zuerst von den Chinesen angewendet worden sein soll, wird das Bohrgestänge durch ein Seil ersetzt; sie ist nach den gemachten Erfahrungen viel unvollkommener, als das jetzige Gestängebohren mit Freifallapparat. Nach einer Mittheilung von Jobard[118]) giebt schon eine vor 180 Jahren zu Amsterdam erschienene Reisebeschreibung davon Notiz, dass die Chinesen in sehr bedeutende Tiefen mittelst eines mit einer eisernen Hand (yzerhand) versehenen Seils bohren. Diese Notiz wurde 1827 durch den Missionär Imbert bestätigt, nach welchem in der Provinz Ou-Tong-Kiao auf einem 10 Meilen langen, 4 Meilen breiten Landstrich mehr als 10000 Brunnen vorhanden sind, die schon vor undenk-

[117]) Martins in Karsten u. v. Dechen Archiv 1846. Bd. 20. S. 268.
[118]) Jobard: in Dingler polyt. Journal 1847. Bd. 105. S. 14.

licher Zeit bis gegen (1800 Fuss) 565 Meter Tiefe zur Gewinnung von Salzquellen und Erdharzen niedergebracht sein sollen; einige Bohrlöcher sollen (3000 Fuss) 1242 Meter Tiefe erreicht haben und Ströme von Kohlenwasserstoffgas ausgeben, deren man sich zum Heizen der Siedepfannen bedient.

Das Verfahren beruht auf dem Umstand, dass ein belastetes Seil sich aufdreht, ein entlastetes sich wieder zudreht; wird ein Wirbel zwischen Seil und Meissel geschoben, so giebt das Seil beim Anhube dem Bohrer eine kreisförmige Bewegung, indem es sich aufdreht, sofern die Reibung zwischen Wirbel und dem oberen Ende des Bohrers grösser ist, als die Torsionskraft des Seils.

Im Jahre 1827 wandte man diese Methode in Frankreich, 1828 in Belgien, 1832 bei Saarbrücken, 1834 bei Ehrenbreitstein, 1843 bei Schemnitz in Ungarn, neuerdings 1861 in der Nähe von Baireuth an.

Als Seil soll man in China nach Imbert fingerdicke Bambusriemen verwenden. Bei Saarbrücken[119]) benutzte man ein rundes Hanfseil, doch sind Hanfseile nicht zu empfehlen, weil sie sich zu stark dehnen, so dass schon bei geringer Tiefe die Uebertragung des Hubes auf den Meissel zweifelhaft wird. Corbéron bediente sich der Aloeseile, Jobard empfiehlt Eisendrahtseil mit eingelegten Hanfschnüren, ein rundes Drahtseil gebrauchte man bei Schemnitz in Ungarn und Trafaiach in Steiermark,[120]) ein plattes Drahtseil zu Ehrenbreitstein.

Bohrwerkzeuge. Meissel haben sich in Saarbrücken nicht bewährt, weil kein regelmässiges Umsetzen damit zu erzielen ist, dennoch empfiehlt sie Alberti[121]) bei engen, ($3^1/_2$zölligen) 92 Millimeter weiten Bohrlöchern im Muschelkalk. Mehr- oder weniger ist man stets auf Kronenbohrer angewiesen; bei Saarbrücken war eine Art Kronenbohrer in Verbindung mit gezahnter Büchse in Thätigkeit; auch hat man Bohrkeulen mit vorstehenden Zacken. Der Bohrklotz von Jobard ist ein 1 Meter hoher Cylinder von Gusseisen, dessen Wände cannelirt sind und dessen Fuss gezahnt ist, derselbe ist in eisernen Formen gegossen, um die Zähne stahlhart zu machen; durch den Cylinder hindurch geht eine schmiedeeiserne Stange mit verstählter kegelförmiger Spitze, welche zum Vorbohren dient; der obere Theil des Cylinders ist hohl, um darin den Bohrschmand aufzusammeln.

Leitungen am Seil in Gestalt von Knoten taugen nichts, weil sie bei Brüchen das Bohrloch versperren. Zur Geradführung wandte Sello über dem Bohrinstrument eine Bohrstange an, welcher er oben und unten eine cylinderische Verstärkung gab, mit denen der Bohrer an den Wänden des Bohrlochs geführt wurde; zum Durchlass des Bohrschlammes erhielten

[119]) Sello: in Karsten Archiv 1833. Bd. 6. S. 343. — 1834. Bd. 7. S. 526. — 1836. Bd. 9. S. 377.

[120]) Beer a. a. O. S. 311.

[121]) Alberti: in Dingler polyt. Journal Bd. 64. S. 33.

diese Verstärkungen vier Einkerbungen der Länge nach: auch diese Leitung ist keineswegs empfehlenswerth.

Die Schlagvorrichtungen sind sehr mannigfaltig. Die ursprünglich chinesische Einrichtung ist ein federnder Baum, ganz ähnlich dem, wie ihn die Engländer beim Stossen anwenden; siehe oben S. 100. — Jobard empfiehlt eine Einrichtung ähnlich einer Ramme. — Sello und Frommann[122]) nahmen eine mit Löchern versehene Scheibe, in die Löcher wurde ein Hebel eingesetzt, durch dessen Niederdrücken das Seil gehoben wurde; um ein schnelles Zurückgehen des Hebels zu bewirken, war derselbe mittelst Riemen mit einer Schlagfeder verbunden. — Alberti, welcher über den Bohrer einzelne Stangen und dann erst das Seil bringt, benutzte einen Schwengel mit einem ausgekehlten Bogenstücke, in dessen Kehle das Seil durch übergelegte und angeschraubte Platten festgeklemmt wird. — In allen Fällen geht das über Tage befindliche Ende des Seils auf die Auszugsvorrichtung — meist ein Haspel — und ist auf derselben aufgewickelt.

Bohrt man mit dem Meissel, so muss man häufig nachbüchsen, was Frommann durch Anbringen von Nachschneiden am Meissel zu vermeiden sucht. Sello bei seinen späteren Versuchen und Frommann geben über der grossen Bohrstange, Alberti über den kleinen Bohrstangen einen Wirbel zum Befestigen des Seils, der bei Jobard fehlt. Derselbe vermittelt das Umsetzen des Bohrers durch das Auf- und Zusammendrehen des Seils, was sich bei einem neuen oder dicken oder langen Seile stärker äussern muss, als bei einem alten oder dünnen oder kurzen, weshalb man auch nach der Beschaffenheit des Seils den Hub und das Umdrehen einrichtet. Vor dem Beginn des Bohrens muss man das Seil anspannen, weil sich dasselbe erst ausreckt, und je länger es ist, desto mehr, ehe es den Bohrer hebt. — Zu Ehrenbreitstein hatte man unter dem Bandseil von Eisendraht ein (7 Fuss) 2,197 Meter langes Stück Hanfseil, an welchem der Bohrapparat hing, um ein besseres Umsetzen zu bewirken.

Zum Löffeln benutzte man in den meisten Fällen das Bohrseil, zu welchem Ende man vor jedem Löffeln den Bohrer mit seinen Stangen abschlagen und den Löffel anschlagen musste, wodurch Zeitaufwand entstand; zu Ehrenbreitstein hatte man deshalb ein besonderes Löffelseil.

Die Uebelstände dieser Bohrmethode sind: 1. die Unmöglichkeit, mit dem Meissel zu arbeiten, statt dessen man Kronenbohrer oder dem ähnlich gestaltete Instrumente benutzen muss, welche den Effect beeinträchtigen; 2. die Unsicherheit des Hubes, wenn bedeutendere Tiefen erreicht sind; 3. die Nothwendigkeit, dennoch ein Gestänge in Bereitschaft zu haben, da Unfälle und Brüche anders gar nicht zu beseitigen sind; 4. die Unmöglichkeit, in lockeren Massen drehend zu wirken; 5. der geringere Effect im Vergleich mit dem jetzigen vollkommneren Gestängebohren;

---

[122]) Frommann: Das Seilbohren. Koblenz 1835. S. 70.

6. die Unmöglichkeit, zu hören und zu fühlen und daraus auf die Wirkungen des Bohrers im Tiefsten schliessen zu können. Alle diese Nachtheile lassen schwerlich eine allgemeinere Anwendung dieser Bohrmethode hoffen, und bis in die neuere Zeit war die tiefste bekannte Bohrung dieser Art ein Brunnen im Garten der école militaire zu Paris, welcher (600 Fuss) 188 Meter Tiefe erreichte.[123])

In neuerer Zeit ist man jedoch bemüht, diese Bohrmethode zu vervollkommnen. Georg Kolb hat bei Baireuth im Rothliegenden ein Bohrloch von (12 Zoll) 314 Millimeter Durchmesser mittelst Seilbohren niedergebracht und soll vorzügliche Resultate erzielt haben.[124]) Das Umsetzen soll durchaus regelmässig erfolgt sein, indem er zwischen Seil und Bohrstange einen Gummicylinder und eine eiserne Platte einschaltete, mittelst welcher Vorkehrungen die Drehung des Seils auch wirklich auf die Effectstücke übertragen wird; auch bohrt er mit direkt wirkendem Dampfcylinder und holt das Seil mittelst besonderer, liegender Dampfmaschine zu Tage, welche auch das Löffeln besorgt. Kolb will die Bohrlöcher in $1/_5$ bis $1/_8$ der Zeit, welche bei den sonst üblichen Vorrichtungen gebraucht wird, niederbringen; er bohrt nach den vorliegenden Nachrichten durchschnittlich ($12^1/_2$ Fuss) 3,923 Meter in 24 Stunden und hat sogar in derselben Zeit auch (20 Fuss) 6,277 Meter abgebohrt; mit einem Bohrloche erreichte er eine Tiefe von (546 Fuss) 171,36 Meter, ein anderes soll (1600 Fuss) 502 Meter Tiefe erlangt haben. Dabei ist das Löffeln von höchst unbedeutendem Aufenthalt und Unfälle sind fast gar nicht vorgekommen. Das Wesentliche bei dieser Methode besteht in der Regulirung der Meisselumdrehung.[125]) Wenn der Meissel am Seile gehoben wird, so dreht sich das Seil zu und beschreibt mit dem Meissel das Viertel eines Kreises schon, wenn das Seil nur (60 Fuss) 18,831 Meter lang ist; ist der Meissel gefallen, so würde bei einem nicht gebremsten Wirbel das Seil den Viertelkreis zurückbeschreiben, also der Meissel bei jedem Hube um 90 Grad umgesetzt werden, demnach schon bei 4 Hüben eine volle Drehung machen. Um aber ein Bohrloch völlig rund und lothrecht zu bohren, sind 20 bis 30 Hübe für eine Umdrehung des Meissels erforderlich, zu welchem Zweck Kolb folgende Vorrichtung zum Reguliren des Umsetzens anwendet. In Figur 69 stellt a die Hülse dar, in welche

Fig. 69.



[123]) Jobard a. a. O. S. 17.

[124]) Allgem. berg- u. hüttenm. Zeitung von Dr. Hartmann. Jahrg. 1861. S. 13. 171. Jahrg. 1862. S. 59 u. 251, auch berg- u. hüttenm. Zeitung von Bornemann und Kerl. Freiberg 1861. S. 309.

[125]) Berg- u. hüttenm. Zeitung v. Kerl u. Wimmer. Leipzig 1871. S. 121. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1871. S. 94. — Glückauf. Essen 1871. No. 8. — Dingler polyt. Journal Bd. 198. S. 374.

der Kopf des Abfallstücks eingefügt und mittelst Keil b befestigt wird. Auf dem Halse c der Hülse steckt ein Kautschukring d und über diesem ein Stahlring e. Auf dem Stahlringe sitzt der Bügel f, in welchen das Seil eingreift und welcher durch die Schraubenmutter g gehalten wird; die letztere ist durch den Stift i fixirt. Sobald der Meissel gefallen ist, prellt der Bügel vermöge seiner Schwere auf den Kautschukring, entfernt sich dadurch einen Augenblick von der Schraubenmutter, da er den Kautschukring comprimirt und dreht sich, so viel ihm dieser Augenblick gestattet, zurück. Der Kautschukring schnellt den Bügel augenblicklich wieder an die Mutter und verhindert so die weitere Drehung desselben. Durch diese Bremsmethode kann jede beliebige Anzahl Hübe auf eine Umdrehung gegeben werden. Wenn der Bügel gar nicht gebremst ist, so dreht sich das Seil mit dem Meissel zu viel; ist er ganz fest gebremst, so dreht sich das Seil gar nicht. Um das Bremsen in beliebigem Grade ausführen zu können, ist zwischen Bügel und Kautschukplatte der Stahlring eingeschaltet; je schwächer derselbe ist, desto weniger ist der Wirbel gebremst und desto weiter setzt der Meissel um und umgekehrt. Zur Controle der Umdrehung macht man beim Einlassen des Meissels ein Zeichen am Wirbel, lässt den Meissel 10 Mal fallen, zieht wieder aus und sieht, welchen Theil des Kreises der Bügel beschrieben hat; ist dieser zu gross, so nimmt man einen stärkeren Stahlring, ist er zu klein, einen schwächeren. Kolb wendet folgende Dimensionen an: Durchmesser des Kautschukringes (0,6 Fuss) 188 Millimeter, Höhe desselben (0,4 Fuss) 126 Millimeter, Durchmesser des Hülsenhalses (0,2 Fuss) 63 Millimeter, Gewicht des ganzen Wirbels 50 Kilogramm, Gewicht des Bügels 15 Kilogramm.

Eine andere derartige Seilbohrmethode ist von Hattann[126]) beschrieben, bei welcher mit Meisselbohrer, Rutschscheere, Schwengel, Stellschraube mittelst Menschenkraft sowohl, wie mittelst Dampfmaschine gebohrt wird. Das Seil besteht aus 12 bis 17 Meter langen Stücken, welche in der Weise zusammengesetzt werden, dass man die Enden der Seilstücke als Oesen bildet, über die Enden zweier Stücke Stahlschienen legt und diese durch vernietete Bolzen mit dem Seile zusammenhält. Die Seilstücke werden aus zwei Rundseilen, von denen das eine links, das andere rechts gedreht ist, zusammengesetzt, indem beide durch Längen- und Quernäthe an einander gefügt werden. Die Methode wird als sehr zweckmässig und vortheilhaft beleuchtet, es ist aber nicht bekannt, ob sie sich bis jetzt bewährt hat.

Das oben Seite 87 beschriebene Freifallinstrument benutzt Sonntag zum Seilbohren.[127]) Das Instrument verlängert sich nach Oben in eine dem Hütchen zur Lehre dienenden runden Stange, Fig. 70, welche mit dem Seil durch den Wirbel m mittelst zwei verkehrter Schrauben und der

---

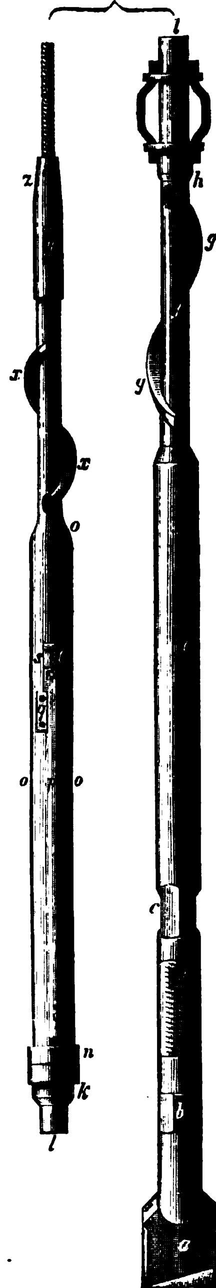
[126]) Hattann in berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Jahrg. 1865. S 204.

[127]) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1869. S. 6.

Fig. 70.




Fig. 71.



Tute n verbunden wird, worin das Drahtseil eingelöthet ist. Zur Beförderung der Torsion ist auf dem runden, über dem Meissel befindlichen Bohrklotz eine sogenannte Torsionsschraube d angebracht, welche aufgeschraubt oder besser abgedreht ist, wie es aus Fig. 71 hervorgeht. Der Hauptvortheil der Einrichtung besteht darin, dass in Folge der Torsion der Meissel sich freibohrt, d. h. dass das Bohrloch weiter wird, als die Breite des Meissels es bedingt, wodurch man den Uebelstand beseitigt, welchen die Weiterbenutzung eines abgeführten und das Einführen eines frisch geschärften Meissels mit sich bringen, was sonst sehr häufig Klemmungen und Brüche veranlasst. Die Schraube d ist nach derselben Seite gewunden, wie das Seil gedreht ist. Beim Anhube dreht sich das Seil in Folge der Belastung auf und wird hierin durch die Schraube unterstützt; beim Abfällen des Unterzeuges, wo die Verbindung zwischen Seil und Bohrer aufgehoben ist, bewirkt die Schraube in Folge der vermehrten Geschwindigkeit eine grössere Torsion als vorher und dreht das Instrument nach der entgegengesetzten Seite; der Ansatzwinkel ist gleich der Differenz des Torsionswinkels des Seils, verstärkt durch die Schraube beim Anhube und dem Torsionswinkel der letzteren beim Falle.

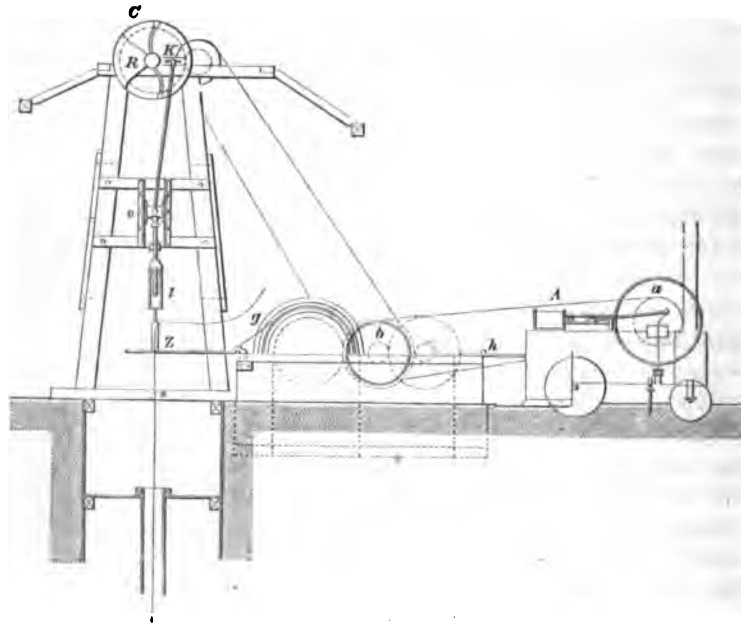
Dasselbe Instrument benutzt Sonntag auch ohne den oben beschriebenen Abfallapparat, indem er das Untergestänge oben in einen Quirl s, Fig. 71, endigen lässt, welcher in einer mit Schlitzen p versehenen Hülse o geführt wird und beim Aufholen auf Sitze q, zu denen sich oben die Schlitze erweitern, aufruht. Ueber der Hülse ist eine gleiche Schraube angebracht, wie über dem Meissel. Beim Aufholen dreht die untere Schraube g den Bohrer nach links und verhindert das Abgleiten der Flügel aus den Sitzen; sobald das Zeug niedergeht, wirken die untere und obere Schraube in entgegengesetzter Richtung, wodurch die Flügel des Quirls von den Sitzen gleiten und der Meissel frei herunterfällt, indem die Flügel in den Schlitzen der Hülse geführt werden. Durch diese Einrichtung werden die Nachtheile des Hütchens, sowie der leicht zerbrechlichen Zangen und Schienen vermieden, auch soll sie sich in Bezug auf den Effect des Bohrens bereits vortrefflich bewährt haben.[128]

Auf der Saline Luisenhall bei Göttingen hat man mittelst Seilbohren unter Anwendung von Dampfkraft ein (1150 Fuss) 361 Meter tiefes, 314 Millimeter weites Bohrloch niedergebracht.[129] Von einer 10 pferdekräftigen Locomobile wird die bewegende Kraft mittelst Riemscheiben auf die Treibvorrichtung übertragen, von welcher sie durch Räderübersetzung auf die Seiltrommel übergeführt wird. Durch Ausrücken eines Getriebes kann man die Seiltrommel oder auch die für das Löffelseil besonders vorhandene Trommel je nach den vorzunehmenden Arbeiten (Einlassen des Bohrapparats, Bohren, Löffeln) mit der bewegenden Kraft in Verbindung bringen. Die Bewegung der Schlagvorrichtung erfolgt gleich-

[128]) Ebenda, S. 169.
[129]) Ebenda, Jahrg. 1870, S. 33.

falls durch Treibriemenübertragung. Dieselbe ruht auf einem 6,277 Meter hohen vierbeinigen Gerüst, welches gegen den Bohrthurm abgestrebt ist. Auf der Welle der oberen Riemscheibe sitzt ein Getrieberad, welches in ein Stirnrad der Bohrwelle eingreift; die letztere trägt fast lothrecht über der Mitte des Bohrlochs ein Kurbelrad R, Fig. 72. Der Kurbelzapfen K

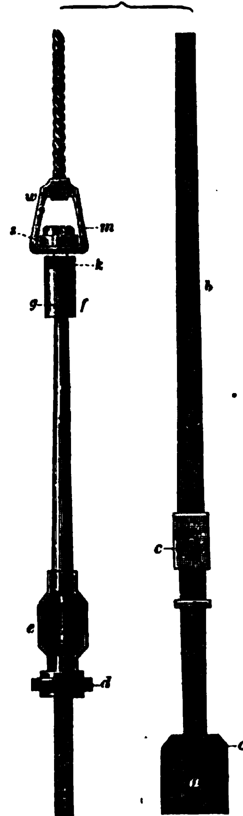
Fig. 72.




ist in dem Schlitz des Radarmes verstellbar und wird je nach dem zu gebenden Hube durch Holzkeile fixirt. Der Zapfen wird vom Kopf einer Pleuelstange umfasst, welche mit dem Kreuzkopf v in Verbindung, dem letzteren, sowie der darunter befindlichen Stellschraube t und der Holzkluppe z beim Rotiren des Kurbelrades eine auf- und abgleitende Bewegung mittheilt; von der Holzkluppe aus geht die Bewegung auf den an dem Seile hängenden Bohrer über. Der Bohrer ist ein aus Gussstahl gefertigter Meissel mit Peripherieschneiden; Fig. 73. Das Blatt ist 26 Millimeter stark, die Schneiden sind 105 Millimeter breit, springen also 39 Millimeter auf jeder Seite über das Blatt vor; der Schaft des Bohrers ist mit einem Konus in die Tute c der Bohrstange b gesteckt und wird durch einen Splint gehalten. Diese Stange ist 6,277 Meter lang und wiegt 350 Kilogr., sie trägt bei d einen Kind'schen Fallschirm, auf welchem ein dicker Kautschukring liegt. Auf dem letzteren ruht die Leitung e; der Kautschukring soll die Stösse aufnehmen, denen die Leitung beständig ausgesetzt ist. Das obere Ende ist cylinderisch abgedreht und

passt in die Hülse f, welche mittelst Keil bei g befestigt ist. Ueber der Hülse sitzt der Kautschukring k und darüber der Wirbel w, welcher mittelst der Schraube m leicht gegen den Kautschukring k gepresst wird. Da indess die Pressung unter Umständen geändert werden muss, die Schraube m aber durch einen Splint unveränderlich gestellt ist, so schaltet man zwischen Schraube und Wirbel noch die Stahlplatte s und darunter einen anderen Kautschukring ein. Am Kopf des Wirbels befindet sich eine konische Durchlochung, in welche das Ende des Bohrseils mit Hartloth oder Zinn eingegossen wird. Das Bohrseil ist von Eisendraht, 28 Millimeter stark, rechts gedreht, aus sechs 7drähtigen Lützen, also aus 42 Drähten bestehend, welcher jeder 3 Millimeter Durchmesser hat. Nachdem das so armirte Bohrseil mit dem Bohrer von der Trommel mittelst Bremse eingelassen und der Bohrer vor Ort steht, wird die Kurbelwarze auf den tiefsten Stand gebracht, die Holzkluppe an das Drahtseil gelegt und durch 4 Schraubenbolzen befestigt; das über die Kluppe hinausragende, nach der Seilrolle gehende Seil wird schlaff gezogen und seitwärts im Thurm befestigt. Das Bohrzeug hängt dann also mit dem unter der Kluppe befindlichen Seil in der Schlagvorrichtung und muss dessen Bewegung mitmachen. Nach der so erfolgten Feststellung schraubt man die Stellschraube t noch so weit hinunter, dass man genügendes Hängeseil hat und der Bohrer mit seinem ganzen Gewicht aufschlagen kann. Beim jedesmaligen Aufschlagen des Bohrers hört die durch das Schlaggewicht erzeugte Spannung im Seile plötzlich auf und die Drähte des gewundenen Bohrseils bekommen vermöge ihrer Elasticität Zeit, in ihre ursprüngliche Lage zurückzuschnellen, welches Streben sich durch eine auf- und zudrehende Bewegung der Drähte im ganzen Seil bemerkbar macht; diese Bewegung bewirkt nach Uebertragung derselben auf den Wirbel ein Umsetzen des Bohrers. In dem Augenblicke, wo nach dem Auftreten des Meissels auf die Bohrlochssohle das Zudrehen des Seils erfolgt, muss der Wirbel, welcher mit dem Seil fest verbunden ist, allein ohne Bohrzeug die Bewegung im Sinne des Seils rechts mitmachen. Wird das Bohrzeug wieder gehoben, so bewirkt die anhängende Last, durch welche die Drähte das Bestreben erhalten, sich gerade zu strecken, ein Aufdrehen des Seils oder eine Bewegung des Seils nach links; dieselbe Bewegung muss der Wirbel mitmachen und mit ihm

Fig. 73.



jetzt das an ihm hängende Bohrzeug. Hiernach setzt sich also der Meissel nach jedem Schlage nach links um. Zur Beschränkung der Umsatzbewegung dient der Kautschukring k als Regulator, indem der auf denselben aufgepresste Wirbel in seiner ihm durch das Seil gegebenen Linksbewegung gehemmt wird, es wird also der Zustand der Spannung, in welchem das Seil sich bis zum Auftreten des Meissels befand, nur zum Theil aufgehoben, nur so viel, als es die Pressung des Wirbels zulässt, welche durch die Erfahrung bestimmt werden muss. Um die Bohrlochwände nicht zu zerstören, darf man nicht zu stark umsetzen, auch den Apparat nicht zu schnell gehen lassen: 35 bis 40 Hübe in der Minute sind die äusserste Gränze, die Hubhöhe beträgt dabei 627 Millimeter. Das Löffeln erfolgt bei dem Bohrversuche mittelst eines Seils von 13 Millimeter Stärke, welches auf einer besonderen, durch die Maschine bewegten Trommel aufliegt und nach Beseitigung des Bohrseils und Ausrücken der Bohrseiltrommel in das Bohrloch mit dem Löffel eingelassen wird, welcher sich in nichts von den gewöhnlich gebräuchlichen unterscheidet. Bemerkenswerth ist nur das Verbindungsstück zwischen Löffel und Seil, Fig. 74; dasselbe ist bei a, b und c beweglich und ist sehr zu empfehlen, weil dadurch das sonst gerade an dieser Stelle sehr gefährdete Löffelseil sehr geschont wird.

Fig. 74.




Der Bergingenieur Kleritj hat einen Freifall-Seilbohrer mit selbstthätiger Vorrichtung zum Umsetzen construirt,[130]) welcher lebhaft an den schon im Jahre 1849 vom damaligen Bergreferendar Nitzsch in Elmen probeweise angewendeten Apparat erinnert. Das eigentliche Freifallstück ad (Fig. 75, 76 und 78) trägt an seinem unteren Ende die Bohrstange fgh, welche durch die Keile ee′ befestigt ist. Die Bohrstange endet in eine Gabel und hat bei gg ein Loch $\alpha\beta$, in welchem der eigentliche Meissel lkl durch Keile gehalten wird. Der Meissel hat einen Querschnitt, wie er durch Figur 77 dargestellt ist, besteht aus Gussstahl und kann leicht ausgewechselt werden. Der obere Theil ca des Freifallstücks ad (Fig. 78) geht durch den Cylinder pp und kann sich in demselben drehen. In dem Cylinder befinden sich zwei diametral gegenüberliegende Schlitze onm und o′n′m′ (Fig. 79 und 80), in welchen der Theil mn nach der Schraubenlinie geschnitten ist und sich in einen geraden Schlitz mm′ verlängert, welcher hauptsächlich als Führung des Freifallstücks dient. Den geraden Schlitz bilden zwei Stangen p′p′, welche in ihren oberen Theilen bei p″p″ in einen Halbring übergehen und hier durch Schrauben an den Cylinder pp befestigt sind. Unten sind die Stangen mit der Muffe M verbunden, welche gleichfalls zur Führung des Freifallstücks und zu dessen Auffangung beim Fall dient. Der obere Theil des letzteren hat bei c

[130]) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1871. S. 344. Jahrg. 1872. S. 104. — Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure. Berlin. Bd. 15. S. 751.

einen festen, bei b einen losen Ring, welcher zwei Stifte TT trägt und durch eine Feder RS nach Oben angedrückt wird. G ist ein Gummiring, durch welchen in Folge des Drucks der Feder und der durch diesen Druck entstandenen Reibung der lose Ring b ziemlich fest an der Fläche NN haften kann. Das Stück NaN wird mit dem cylinderischen Freifallstück durch den Bolzen b′ verbunden; a ist der eigentliche Kopf, an welchem der freifallende Theil durch die Zange q′q gefangen wird. Das Oeffnen und Schliessen der Zange wird durch das Hütchen vvww bewirkt, welches aus dem festen Ringe ww und den um die Axen yy drehbaren, für gewöhnlich nach Unten hängenden, auf den Sitzen C und D aufliegenden Klappen vv besteht. Dasselbe ist an dem Halse x befestigt, welcher auf der Stange x′x′ verschiebbar ist und die Stangen ss′ trägt, welche durch die Kammer Q hindurchgehen und unten mit dem Kniegelenk rr verbunden sind. Geht das Hütchen nach Oben, so wird die Zange geöffnet und lässt das Freifallstück fallen, geht es nach Unten, so schliesst sich die Zange. Hat man den an der Zange hängenden Apparat aufgezogen und lässt ihn nun wenig sinken, so heben sich die Klappen und das ganze Hütchen schiebt sich als volle Scheibe aufwärts, so dass sich die Zange öffnet und den Apparat fallen lässt, welcher von zz bis z′z′ sinkt, so dass der Meissel wirksam wird. Demnächst senkt man den oberen Theil, bis die Zange geöffnet unter dem Knopf a ankommt; zieht man den Fangapparat aber nun wieder aufwärts, so gleitet theils durch den Widerstand des Wassers, theils durch die eigene Schwere des Halses x das Hütchen nach Unten, schliesst die Zange und fängt mit dieser den Freifallapparat, welcher nunmehr aufgezogen wird. In der Anbringung der beweglichen Klappen wird im Vergleich zu dem festen Hütchen der Vortheil gesucht, dass man beim Aufziehen, wobei die Klappen nach Unten umklappen, geringeren Widerstand zu überwinden hat und dass der auf dem Hütchen befindliche Schlamm heruntergewaschen wird. Das Drehen des Meissels nach jedem Schlage wird durch den losen Ring b mit den Stiften TT und den Schraubenschlitz mn bewirkt. Wenn der Fangapparat hinuntergelassen wird, um das Freifallstück zu fangen, drückt die obere Schraubenfläche auf die Stifte TT, wodurch der Ring nach Unten gedrückt und von der Berührung mit der Fläche NN befreit wird; da der Meissel unten im Gestein festsitzt, muss sich dabei der Ring von rechts nach links drehen, sobald der Stift T die Geradführung mm′ passirt hat und durch den Schraubenschlitz in den geraden Schlitz no getreten ist, wobei sich das Freifallstück nicht mitdreht, dessen Kopf a durch die Zange jetzt gefasst wird. Lässt man nach dem Aufzuge das Freifallstück fallen, so bewerkstelligt die Feder wiederum die Verbindung zwischen dem Gummiringe, der Fläche NN und der oberen Fläche des Ringes b und der Stift T fällt auf die untere Schraubenfläche, wodurch ein Druck, nach Oben wirkend, erzeugt wird und eine feste Verbindung zwischen dem Freifallstück und dem losen Ringe b erzielt ist. Wenn nun der Stift aus dem geraden

Fig. 75.

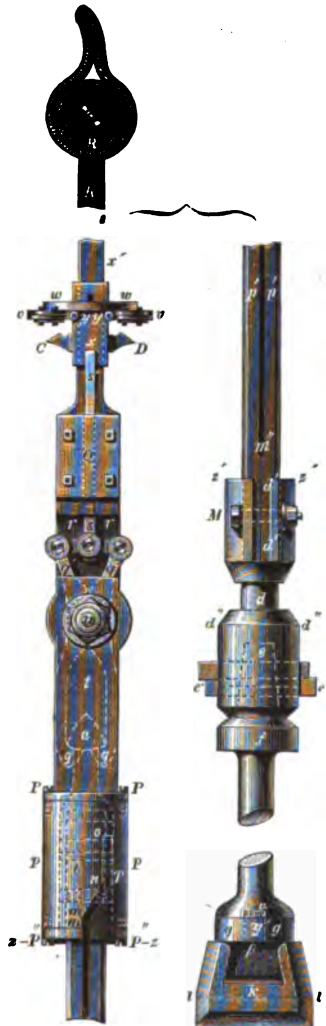


Fig. 76.

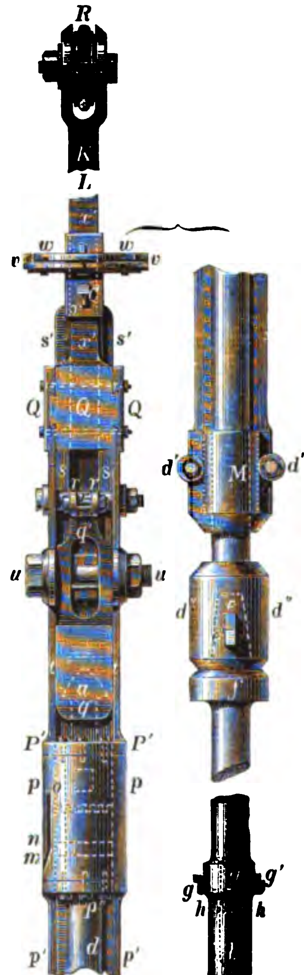


Fig. 77.



Fig. 78.



Fig. 79.

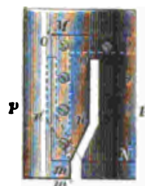
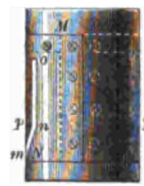


Fig. 80.



Schlitze no durch den Schraubenschlitz mn wieder in den geraden Schlitz mm' eingetreten ist, muss sich schliesslich der Ring und mit ihm das ganze Freifallstück und der Meissel von links nach rechts drehen, wodurch das selbstthätige Umsetzen des Meissels regelmässig bewirkt wird. Das Maass des Umsetzens ist durch die Abweichung des Schlitzes mm' von dem Schlitze no genau bestimmt. Um aber für verschiedenes Gestein die Grösse des Umsetzens zu reguliren, ist der Cylinder pp so construirt, dass man durch Anschrauben der Platten MN die Abweichung der Schlitze dem Bedürfniss entsprechend regeln kann.

### X. Andere Bohrmethoden.

1. Das System von Fauvelle,[131]) welches sich im Jahre 1846 in der französischen Akademie der Wissenschaften der Lobeserhebungen des Herrn Arago zu erfreuen hatte, beruht wesentlich darauf, dass das Gestänge aus hohlen Röhren zusammengesetzt ist und über Tage mit einer Druckpumpe in Verbindung steht, durch diese wird Wasser in die Gestängeröhre hineingepumpt, welches das auf der Bohrlochssohle erzeugte Bohrmehl ausserhalb der Gestängeröhre in die Höhe treibt. Hierdurch hat man den Vortheil, immer eine gereinigte Bohrlochssohle zu behalten, wodurch also die Wirkung des Bohrers nie gehindert wird, und in der That hat Fauvelle in Perpignan innerhalb 23 Tagen einschliesslich aller Nebenarbeiten (540 Fuss) 170 Meter abgebohrt. Indess erleidet die Anwendung dieses Systems grosse Einschränkungen, wenn man Schichten mit aufsteigendem Wasserstrom durchsunken hat, wo es leicht kommen kann, dass das eingepumpte Wasser zwar den Bohrschmand hebt, aber nicht zu Tage bringt, so dass sich der Bohrapparat vollständig einklemmen kann. Fauvelle hat sein System sowohl stossend, wie drehend benutzt, im letzteren Falle ist das von von Eicken zu Mühlheim benutzte und oben S. 105 beim Löffeln beschriebene identisch mit dem von Fauvelle.

2. Denselben Zweck, wie Fauvelle, den Bohrschmand sofort zu beseitigen und die Bohrlochssohle dauernd rein zu erhalten, verfolgte Laué bei seinem System.[132]) Ueber der Meisselstange sitzt eine unten offene Röhre, welche oben durch ein Ventil geschlossen ist, über dieser Röhre sitzt eine zweite (24 bis 30 Fuss) 7,53 bis 9,42 Meter lange, an welche sich die Rutschscheere und das gewöhnliche Gestänge anschliesst; oben ist die lange Röhre mit einer feinen Oeffnung versehen, um dem mit dem Schlamm eintretenden Wasser den Wiederaustritt zu gestatten, während der Schlamm, der bei jedem Meisselschlag über das Ventil tritt, sich in der Röhre ansammelt. Man erreicht also ein längeres Reinhalten der Bohrlochssohle und ein selteneres Ausziehen des Gestänges Behufs Beseitigung

---

[131]) Dégoussée a. a. O. S. 156.

[132]) Dr. Bolley: Der patentirte Erdbohrer von Laué in Bergwerksfreund. Eisleben 1853. Bd. 16. S. 523.

des Schlammes. Man bohrte mit diesem Apparat in harten Schichten des obern Jura mittelst Wasserkraft innerhalb 3 Monaten (300 Fuss) 94 Meter.

Ein ähnliches Princip hat man beim Seilbohren auf der Gerhardgrube bei Saarbrücken[133]) angewendet, wo gleichfalls über dem Meissel eine Röhre zur Aufnahme des Bohrschlammes angebracht war.

3. Schon Fauvelle hat darauf aufmerksam gemacht, dass ein ungestörterer Aufgang der Wassersäule und des Bohrschlammes stattfände, wenn das Wasser in das Bohrloch gepumpt und in dem Bohrgestänge zum Aufsteigen gebracht würde. Hierauf haben Chanoit und Catelineau die bohrende Pumpe[134]) gegründet, nachdem sie durch Versuche festgestellt hatten, dass ein Wasserstrom von 0,10 Meter Geschwindigkeit feinen Sand, von 0,20 Meter groben Sand, von 0,50 M. Grand von 2 Centimeter Korn, von 1,00 M. alle Kiesel, soweit sie in die Gestängeröhre eintreten können, von 2,00 Meter Geschwindigkeit sogar Kupfer- und Eisentheile fortbewegt. Die Pumpe besteht aus vier Theilen:

a. Oben befindet sich eine Blechröhre, die von einem gusseisernen Cylinder umgeben ist, an jener ist ein ringförmiger Kolben mit nach Unten sich öffnenden Ventilen und eine Schnauze zum Ausgiessen angebracht;

b. daran schliesst sich nach Unten das durch eine Blechröhre mit dem Cylinder verbundene hohle, hölzerne Gestänge aus Dauben von Fichtenholz mit umgelegten eisernen Bändern; die Röhren sind 10 Meter lang und werden durch ein Bajonnetschloss mit einander verbunden;

c. der Freifallapparat mit Zangen, welche durch einen Schwimmer oder ein Ventil geöffnet und geschlossen werden;

d. das Arbeitszeug, bestehend aus einem Blechcylinder, an den sich der Bohrklotz und die daran befestigten Meisselschneiden anschliessen.

Die oben befindliche Röhre, welche gegen die Bohrlochswand abgelidert ist, steht mit dem Balancier in Verbindung. Wenn der ganze Apparat auf dem höchsten Punkt steht und nun gesenkt wird, so übt der ringförmige Kolben einen Druck auf das Wasser, indem sich seine Ventile schliessen, das Wasser steigt in die Gestängeröhre, löst das Freifallstück, nimmt aber zugleich den Bohrschlamm mit in die Röhre, wobei man die Geschwindigkeit je nach Verhältniss der Querschnitte reguliren kann. Beim Umsetzen hört der Druck von Aussen auf, aber der innere Druck wird thätig, indem sich das Ventil am Greifapparat hebt und den Greifapparat schliesst. Beim Aufgange werden die Wasser und der darin befindliche Schlamm mitgehoben und fliessen oben zur Blechröhre aus.

Die Erfinder weisen dem Apparat viele Vortheile zu, die vorzüglich auf der Reinheit der Bohrlochssohle, die dadurch bewirkte Vermeidung

---

[133]) Frommann: Das Seilbohren S. 186.

[134]) v. Seckendorff: Die bohrende Pumpe in Bergwerksfreund. Eisleben 1860. Bd. 22. S. 659.

von Klemmungen und die Beseitigung des Löffelns beruhen; auch von Seckendorff nennt den Apparat culturfähig und glaubt ihn für die Entwickelung des Bohrwesens empfehlen zu können.

## XI. Das Bohren in anderer als abwärts senkrechter Richtung.

Bohrlöcher, welche nicht senkrecht abwärts gebohrt werden, kommen im Ganzen selten vor und sind, mit Ausnahme der sehr seltenen horizontalen Löcher an Gehängen über Tage, an die Grubenbaue geknüpft. Auch hierbei hat man, je nach der Beschaffenheit der Massen, stossendes und drehendes Bohren zu unterscheiden; das letztere Verfahren wird neuerdings häufig auf Steinkohlenbergwerken, besonders beim Vorhandensein schlagender Wetter, zur Herstellung von Wetterbohrlöchern in Anwendung gebracht. Beiden Bohrmethoden gemeinsam ist, dass man auch beim stossenden Bohren hier, wie beim drehenden, keine beweglichen Zwischenstücke anbringt, und dass man dem Bohrer Leitungen giebt, um die Richtung zu bewahren. Man hat nach der Richtung der Löcher folgende Fälle zu unterscheiden: 1. horizontal, namentlich zum Vorbohren, besonders zum Abzapfen vorliegender alter Gesenke; 2. geneigt aufwärts zu demselben Zweck, sowie zur Herstellung von Wetterverbindungen; 3. geneigt abwärts ebenfalls zur Wetterverbindung; 4. seiger-aufwärts zu gleichem Zweck, doch nur in den seltensten Fällen anwendbar; in allen erwähnten Richtungen kann man auch zur Untersuchung der vorliegenden Gebirgsschichten, zur Aufsuchung von Flötzen bohren. Da alle Bohrlöcher dieser Art nur eine mässige Länge erhalten, so vereinfacht sich Vieles gegen das früher beschriebene Verfahren, doch ist die Beengtheit des Raumes häufig hinderlich und zwingt zum Gebrauche kurzer Stangen.

### *a.* Stossendes Bohren.

#### 1. In horizontaler Richtung.

Allgemein ist hier zu bemerken, dass zur Reinigung des Loches vom Bohrmehl nicht der Löffel angewendet werden kann, sondern hierzu der Krätzer gebraucht wird, eine an einer Stange befindliche, rechtwinkelig gegen dieselbe gestellte Kelle.

aa. Bei direkter Anwendung von Menschenkraft ist die Methode ähnlich der für die Sprengarbeit, der Durchmesser ist dann nicht leicht über (2 bis $2^1/_2$ Zoll) 52 bis 65 Millimeter, die Tiefe kaum über einige Meter. Unmittelbar vor Ort und etwas weiter rückwärts werden zwei Spreizen horizontal zwischen die Streckenstösse gekeilt und erhalten halb cylinderische Aushöhlungen, welche zur Führung des Bohrers dienen; die Ortsspreize wird fortgenommen, wenn das Loch (10 bis 12 Zoll) 262 bis 314 Millimeter tief ist, später auch die andere, weil dann der Bohrer durch die Wände des Lochs genugsam geführt ist; man lässt die Spreizen

beide nur dann liegen, wenn man beim Anbohren alter Wasser das Herausschleudern des Bohrers verhindern will, was dadurch geschieht, dass man den Bohrer mit einem losen Ring versieht, der durch Ketten an den Spreizen festgehalten wird, und dass man ausserdem ein Bündel an die Bohrstange anschraubt, mit dem sie beim etwaigen Zurückschleudern an die vordere Spreize sich anlehnt. Die Bohrstange erhält einen Krückel, an dem ein Mann umsetzt, während ein oder zwei Mann mit dem Fäustel schlagen.

bb. Zur Vermittelung der Menschenkraft auf den Bohrer hat man auch Rammen gebraucht, welche horizontal auf einer Bahn oder auf Rollen von den Arbeitern vor- und rückwärts gestossen werden, während ein Mann, wie vorher, das Umsetzen besorgt.

cc. Die Harzer Maschine, welche ausser zum Vorbohren zugleich zum allmäligen Abzapfen der Wasser eingerichtet, wurde von Friedrich auf dem Andreasberg im Harz benutzt; sie ist im Detail beschrieben von Villefosse.[135]) Die Bohrstange geht durch eine Röhre, welche durch eine Stopfbüchse geschlossen ist und mit ihrem Ende in das Gestein hineinragt und welche in einem an einer Spreize befestigten Ringe hängt, ausserdem fest gegen den Ortsstoss verspreizt ist. Die Bohrstange ist an ihrem rückwärts belegenen Ende in einem Gerüste aufgelagert und geführt, und hängt in Ketten, welche bei einem plötzlichen Durchbruch der Wasser das Zurückschleudern verhindern sollen. Ein Stück der Bohrstange ist mit Wülsten oder Scheiben versehen, in welche eine mit dem unter dem Gestänge belegenen Schwengel verbundene und vertikal gegen den horizontalen Schwengel stehende Gabel eingreift. Der Schwengel wird durch Arbeiter niedergedrückt, durch ein Gegengewicht wieder gehoben; durch die letztere Bewegung schlägt die Gabel gegen die Scheibe und bewirkt so den Stoss des Meissels auf das Gebirge. Die Drehung wird mit der Hand mittelst eines Schraubenschlüssels hervorgebracht.

dd. Dégoussée[136]) hat eine Schlagvorrichtung zum horizontalen Bohren über Tage angewendet, die darauf beruht, dass der Bohrer mittelst eines Haspelseils zurückgezogen wird, während ein Fallgewicht, welches mittelst eines anderen Seils mit dem Bohrer in Verbindung steht, den Bohrer wieder vortreibt und den Schlag ausübt. Das Haspelseil greift in einen Haken am Kopf der Bohrstange, das Fallgewicht ist mit einem Ende am Gestell vor der Bohrlochsbrüstung befestigt, geht über eine Rolle am Kopf der Bohrstange und trägt am anderen Ende das Gewicht, während es im Uebrigen durch Leitrollen geführt wird. Das Umsetzen erfolgt durch einen Arbeiter. Dégoussée soll mit dieser Vorrichtung Löcher von (150 Fuss) 47 Meter Tiefe gebohrt haben, wobei das Gewicht (10 bis 12 Centner) 500 bis 600 Kilogramm schwer war und einen Fall von (20 Zoll) 523 Millimeter gestattete. Dieselbe Vorrichtung ist auch in der Grube anwendbar.

[135]) Héron de Villefosse über den Mineralreichthum, deutsch von Hartmann, Sondershausen 1822. Bd. 2. S. 209.

[136]) Dégoussée a. a. O. S. 221.

### 2. Seiger aufwärts.

Das Bohren in der Richtung seiger aufwärts, welches stossend sehr selten vorkommen wird, kann mit einem ganz ähnlichen Apparat, wie der zuletzt erwähnte, ausgeführt werden. Das Zurückziehen des Bohrers erfolgt hier entweder auch durch Haspel oder durch Menschenkraft, während der Vorstoss gleichfalls durch ein Fallgewicht bewirkt wird, dessen Seil über Rollen geführt ist.

Auf den Braunkohlengruben bei Halle a. d. S. bohrt man derartige Firstenbohrlöcher in dem aus Sand und sandigem Mergel bestehenden Hangenden stossend mittelst Schwengel und Meisselbohrer. Der Schwengel ist (9 Fuss) 2,825 Meter lang, wobei der Kraftarm zum Lastarm im Verhältniss von 2:1 steht, und liegt in einer (4 Fuss) 1,255 Meter hohen Bohrdocke, in welcher er höher oder tiefer mittelst des Zapfenbolzens angebracht wird, wodurch man die Hubverstellung bewirkt; der Meissel hat eine dreieckige Form, seine grösste Breite ist (9 bis 12 Zoll) 235 bis 314 Millimeter, die beiden Seiten der Schneide (6 Zoll) 157 Millimeter lang. Das Gestänge ruht in einer eisernen Pfanne am Schwengelkopfe und wird mittelst Schraubenschlüssel gedreht. Man bohrt mit diesem Apparat in 12stündiger Schicht (7 bis 8 Lachter) 14,646 bis 16,739 Meter, wobei 1 Bohrmeister und 2 Arbeiter beschäftigt sind.

### 3. In geneigter Richtung.

Das stossende Bohren in geneigter Richtung aufwärts oder abwärts wird gleichfalls sehr selten vorkommen. Man hat dazu ein Gerüst in der Neigung des Bohrlochs als Leitung nöthig und kann dann, wie beim horizontalen Bohren arbeiten. Der Grad des Fallens wird zu entscheiden haben, ob man einen Schwengel anwenden kann, und wie derselbe aufzustellen ist, auch ob bewegliche Zwischenstücke anzubringen sind, um den vertikalen Schwengelhub in den geneigten zu verwandeln.

## *b.* Drehendes Bohren.

Die Einrichtungen unterscheiden sich nicht von dem beim stossenden Bohren, nur muss man andere Meissel anwenden.

Von besonderer Wichtigkeit aber ist die Herstellung von Wetterbohrlöchern und das Abbohren von Wassern in der Steinkohle z. B. auf den Bergwerken bei Saarbrücken, in Westfalen[137]). An ersterer Stelle, auf der Steinkohlengrube Reden, benutzte man zum Abbohren von Wassern einen Schlangenbohrer mit gezahnter Schneide zum Bohren eines (8zölligen) 209 Millimeter weiten Loches, der Bohrer war ($2^1/_2$ Fuss) 785 Millimeter lang und an ($^5/_4$zölliges) 33 Millimeter starkes Gestänge geschraubt. Der Effect sank mit zunehmender Tiefe, so dass man bei ($10^1/_2$ Lachter) 22

[137]) Zeitschr. f. H.- u. S.-Wesen Bd. 6. A. S. 92.

Meter Tiefe schon einen vierten Arbeiter zum Drehen anlegen musste; deshalb schraubte man an die Schneide eine ($^3/_4$ Zoll) 20 Millimeter hervorstehende Mittelspitze, mit welcher ein (2zölliges) 52 Millimeter weites Loch vorgebohrt wurde, wodurch die Leistungen sich besserten.

Zum Aufwärtsbohren Behufs Herstellung von Wetterdurchhieben[138]) benutzte man Schneckenbohrer mit dreispitziger Schneide für Löcher von (9 Zoll) 235 Millimeter, mit mehrspitziger Schneide für Löcher von (15 Zoll) 392 Millimeter Durchmesser, wobei die Mittelspitze vor den übrigen hervorragt; die Schneide wurde aus einer ($^3/_4$ Zoll) 20 Millimeter starken Gussstahlplatte gearbeitet. Der Bohrer ist an die Bohrstange angenietet, die Stangen sind ($1^1/_2$ Zoll) 39 Millimeter stark und (3 bis 10 Fuss) 0,942 bis 3,139 Meter lang, sie werden durch Muffen und Schliessbolzen miteinander verbunden. Das Feststellen und Andrücken des Bohrers mit dem Gestänge erfolgt durch eine etwa (4 Fuss) 1,255 Meter lange Schraubenspindel, welche mit dem Gestänge durch Schliesskeil verbunden wird; die Spindel geht durch eine auf einer Spreize festruhende Mutter. Zwischen der Schraubenspindel und dem Gestänge ist eine Rutschbohrdrehvorrichtung angebracht, wie sie in Schlossereien und Schmieden vielfach zu sehen ist, und mit welcher die Drehung des Bohrers bewirkt wird, der Schwengel hat dabei nur einen kleinen Peripheriewinkel zu durchlaufen; das Sperrrädchen sitzt fest auf der Stange, die Feder gleitet über die Zähne desselben, wenn der Schwengel gehoben wird, sie greift aber in die Zähne ein, wenn der Schwengel gesenkt wird, und bewirkt auf diese Weise eine Drehung des Rädchens und mit ihm der Bohrstange und des Bohrers. Gleichzeitig mit dieser Drehung geht auch die Schraubenspindel vorwärts, sie macht bei einer vollen Drehung des Sperrrades eine Fortbewegung von (2 Linien) $4^1/_3$ Millimeter, um welche der Bohrer mit ihr in die Kohle eindringt. Mit dem (9zölligen) 235 Millimeter breiten Bohrer bohrten 2 Mann in der achtstündigen Schicht aufwärts ($1^3/_4$ Lachter) 3,661 Meter, wobei sie aber das Aufstellen des Gerüstes nicht besorgen; die Leistung stieg auf (3 Lachter) 6,277 Meter in der Schicht, als man die Schraubenspindel von der Bohrstange unabhängig machte und dieselbe doppelt so schnell mittelst einer Kurbel drehte und auf diese Weise während einer Umdrehung des Bohrers ihn (4 Linien) $8^2/_3$ Millimeter vorschob; man machte die Wahrnehmung, dass ein Vorschieben von (6 Linien) 13 Millimeter zu stark war. Wenn das Bohrloch eine Neigung von 40 Grad und mehr hat, rieselt das Bohrmehl von selbst heraus; dagegen muss man beim Abwärtsbohren auskratzen, wodurch viel Aufenthalt entsteht. Eine Verbesserung des Apparats hat man noch dadurch bewirkt, dass man die auf der Spreize sitzende Mutter um zwei Zapfen in der Verticalebene drehbar machte, damit sich dieselbe leichter in die Richtung der Bohrstange einstellt.

---

[138]) Ebenda Bd. 6. A. S. 94.

Auf der Zeche Bickefeld in Westfalen[139]) benutzte der Erfinder, Fahrsteiger Eckhardt zu Hörde verschiedenartig geformte Kreuzmeissel, welche alle darauf basirten, dass das Loch stossweise gebohrt wurde, indem eine Spitze vorbohrte und die Schneiden nach vorn breiter wurden; die Löcher erhielten (6, 8 bis 12 Zoll) 157—209 bis 314 Millimeter Durchmesser; das Gestänge war mit dem Bohrer durch Schrauben verbunden. Festgelegt wurde das Gestänge durch eine gewöhnliche Wagenwinde, deren Zahnstange in die Axe des Bohrlochs gestellt und welche durch Spreizen befestigt wurde. Zwischen der Wagenwinde und dem Gestänge war eine Stellschraube eingeschaltet, welche mit einem Rade in Verbindung steht; durch Drehung des Rades wurde nicht nur die Drehung der Bohrstange und des Meissels bewirkt, sondern auch das Fortrücken der Stellschraube und somit des Meissels. Bei starker Neigung entfällt das Bohrmehl von selbst dem Loche; bei schwächerer Neigung wurde unmittelbar vor dem Meissel ein unten geschlossener Blechcylinder fest auf das Gestänge aufgekeilt, welcher das Bohrmehl aufnahm und zugleich als Leitung diente. Mit diesem Apparat bohrten 2 Mann bei mittlerer Festigkeit der Steinkohle und bei schwach geneigten Flötzen in der achtstündigen Schicht ($1\frac{1}{2}$ Lachter) 3,139 Meter und besorgten dabei die Aufstellung der Vorrichtung; bei stark geneigten Flötzen, wo das Ausräumen des Bohrmehls nicht erforderlich war, stieg die Leistung auf das Doppelte.

Auch auf anderen Gruben des westfälischen Bezirks hat man diese und ähnliche Vorrichtungen[140]) zur Herstellung und Vorbereitung von Wetterdurchhieben benutzt. Bei der von dem Obersteiger Hilgenstock zu Hörde angegebenen Vorrichtung wird die Bewegung an einer Kurbel hervorgebracht und durch zwei konische Räder auf die Stellschraube und die Bohrstange übermittelt; bemerkenswerth dabei ist, dass das Bewegungsrad hier nicht vor- und rückwärts geschoben wird, vielmehr über eine an ihm angebrachte Nase die Stellschraube in einer Nute vorwärts gleitet.

[139]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 8. A. S. 200.
[140]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 11. A. S. 264.

# Dritter Abschnitt.

## Die Hauerarbeiten und das Gezähe[1]).

Die Gewinnungsarbeit einer Masse hängt ab: 1. von deren Zusammenhalt, 2. von ihrer Härte, welche oft bedingend für den Zusammenhalt ist, 3. von der Elasticität (Pelzigkeit), wodurch das darauf wirkende Gezähe oft zurückgeworfen wird, z. B. beim Glimmerschiefer, 4. von der Zerklüftung, welche ein überaus wesentliches Moment für die Arbeitsführung ist, 5. von der Verwitterbarkeit, 6. unter Umständen von der Auflöslichkeit im Wasser. Mit Ausnahme etwa der letzten beiden Punkte combiniren sich die übrigen Momente mannigfach, weshalb es am besten ist, die alte Eintheilung der Massen von Werner beizubehalten, nämlich:

1. rollig oder schüttig; es sind dies lockere und lose Massen, so wie diejenigen, welche fast keinen Zusammenhalt besitzen, wie Sand, Torf; dieselben werden schwimmend bei Gegenwart von Wasser;
2. milde, wie Lehm, Thon, Schieferthon, Steinkohle;
3. gebräch oder geschmeidig, wie nicht zu feste Thonschiefer, Kalkstein, Sandstein mit vorwaltend thonigem Bindemittel, milder Gneis u. a. m.;
4. fest, wie Grauwacke, kieselige Sandsteine, überhaupt mit viel Quarz gemengte Gebirgsarten;
5. höchstfest, wie reiner Quarz, Hornstein, viele frische Porphyre, Granit, mancher Gneis, quarzige Conglomerate, Erzmassen, wie z. B. Schwefelkies, Kupferkies u. a. m.

Auf die Gewinnungsarbeit sind ferner von Einfluss die Gestalt und Grösse, in welcher die Massen gewonnen werden sollen, minder wichtig sind die Gestalt und Grösse der Räume, in welchen die Arbeit zu verrichten ist, die Geschicklichkeit der Arbeiter, locale Verhältnisse, vorhandene Materialien.

---

[1]) Gätzschmann, die Lehre von den bergm. Gewinnungsarbeiten. Freiberg 1846.

Die Gewinnung geschieht:

1. Durch Handarbeit allein,
2. mit Anwendung des Pulvers oder ähnlicher Hilfsmittel,
3. mit Anwendung des Feuersetzens,
4. mit Anwendung des Wassers, welches ausdehnend, auflösend oder auslaugend, fortschaffend wirkt,
5. durch Maschinen mit oder ohne Handarbeit.

## A. Handarbeit.

Die Gewinnungsarbeiten mit der Hand lassen sich unter folgende Rubriken bringen:

I. Wegfüllbarkeit,
II. Keilhauenarbeit,
III. Arbeit mit Schlägel und Eisen,
IV. Hereintreibearbeit,
V. Bohren und Schiessen,
VI. Feuersetzen,
VII. Arbeit mit Zuhilfenahme des Wassers.

Dieselben kommen vielfach combinirt vor und sind mit Ausnahme der Schiessarbeit, welche frühestens seit 1613 eingeführt wurde und auf die übrigen zurückwirkte, von Alters her bekannt.

### I. Wegfüllarbeit.

Die Wegfüllarbeit ist die Gewinnungsmethode für Massen:

a. ohne allen Zusammenhang,
b. mit nur sehr geringem Zusammenhang,

also für Anhäufung von Mineralmassen aller Art und dient auch bei der Förderung der anderweitig losgewonnenen Massen; dahin ist auch zu rechnen das Stechen des Torfes, die Gewinnung der See- und Morasterze, welche unter Wasser liegen.

Die Gezähe bei der Gewinnung der Massen ohne allen Zusammenhang sind:

1. die Schaufel,
2. der Handbagger (Schlamm- oder Fangschaufel, Fangnetz),
3. die Kratze,
4. der Bergtrog,
5. die Gabel,
6. der Kräll oder Kräl,

für die Massen mit geringem Zusammenhang:

7. der Spaten.

#### 1. Die Schaufel.

Das Blatt der Schaufel wird aus hart geschlagenem Schwarzblech oder aus Stahlblech gefertigt, wobei darauf zu achten ist, dass zu beiden

Seiten der Mittellinie eine symmetrische Bearbeitung stattfindet, damit das Blatt auf beiden Seiten von der Masse gleichmässig belastet ist. Die Gestalt des Blattes ist in den einzelnen Gegenden verschieden, bald unten scharf kantig, bald abgerundet; die Grösse desselben richtet sich nach dem specifischen Gewicht der wegzufüllenden Masse. An dem Blatte sitzt ein Hals mit einer Tülle, in welche der Stiel gesteckt wird; der Winkel zwischen Blatt und Hals ist mehr oder weniger stumpf. Der Stiel ist rund, am unteren Ende etwas gebogen, damit der Arbeiter sich weniger bücken braucht; in dem Halse wird derselbe durch Nägel und Holzkeile befestigt.

2. Die Schlamm- oder Fangschaufel.

Die Schlamm- oder Fangschaufel dient zum Herausholen von Massen weicher oder schlammiger Beschaffenheit unter Wasser; sie ist der eigentlichen Schaufel gleich, nur steht meist das Blatt in stumpferem Winkel, als bei jener, gegen den Stiel. Oft hat man statt des Blattes nur eine vierzinkige Gabel, oder einen schneidenden eisernen Ring, welcher die Masse losschneidet, und darunter ein Sieb oder Netz, in welchem die Masse aufgenommen und ausgehoben wird.

3. Die Kratze.

Die Kratze (Krückenkratze) hat gleichfalls ein eisernes, gebogenes Blatt, welches rechtwinkelig gegen den Hals steht, in dessen Tülle der Helm (Stiel) gesteckt wird. Das Blatt ist an seiner Vorderkante, mit welcher es in die Massen eindringt, geradlinig oder öfter concav; ein herzförmiges Blatt (Spitzkratze) wird wohl auf Bergwerken bei Siegen angewendet, ist aber weniger verbreitet. Ob man die Kratze oder die Schaufel benutzt, hängt theils von der Vorliebe der Arbeiter, theils von dem Korne der Massen und von der Höhe der Räume ab.

4. Der Bergtrog*).

Wenn mit der Kratze gearbeitet wird, so füllt man die Masse unmittelbar in den Bergtrog. Derselbe ist muldenförmig aus Holz gehauen oder aus fünf Brettchen zusammengesetzt, welche durch Eisenbänder gehalten werden, auch die muldenförmigen Tröge sind unten mit Bandeisen beschlagen und bei hartem Haufwerk auch oben benagelt. Auf den Gruben bei Freiberg hat man jetzt ausschliesslich Tröge von Eisenblech. In allen Fällen sind sie mit Handhaben versehen. Ausser den Trögen gebraucht man auch ähnlich geformte, geflochtene Körbe.

5. Die Gabel.

Die Gabel hat zwei krumm gebogene Zinken und sitzt mit dem Halse in der Axe des Stiels; sie dient zum Heranziehen von grösseren Stücken,

*) Ottiliä: Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 8. S. 315.

wie Geschieben im Abraum oder von Kohlenstücken, welche bei anderer Gewinnungsart, namentlich aber beim Holzrauben, brechen; zu letzterem Zwecke muss der Stiel sehr lang sein.

6. Der Kräl.

Der Kräl oder Kräll ist wie die Kratze geformt, hat aber statt des geschlossenen Blattes ein rechenförmiges mit 4 Zinken. Auch dieses Instrument dient als Hilfsgezähe bei anderen Gewinnungsarbeiten, namentlich beim Abbau mächtiger Steinkohlenflötze und von Steinsalz.

7. Der Spaten.

Der Spaten hat ein (6 bis 7 Zoll) 157 bis 183 Millimeter breites, (7 bis 9 Zoll) 183 bis 235 Millimeter hohes Blatt aus Schwarzblech, auch aus Stahlblech, ist entweder rechteckig oder trapezoidal geformt und in der Mitte leicht gewölbt; die Achse fällt mit der des Stiels zusammen, an dem das Blatt mittelst Hals und Tülle befestigt ist. Ausser diesen einschneidigen Spaten hat man auch zweischneidige, unter Umständen dreischneidige bei der Torfgewinnung im Gebrauch.

Man hat Versuche gemacht zum Wegfüllen auch Maschinen zu verwenden, so z. B. bei dem Tagebau des Bleierzbergwerks Meinerzhagen bei Commern in Rheinpreussen, wo man zum Abräumen der auf den Knottenerzsandsteinschichten lagernden Sand-, Thon- und Gerölledecken eine amerikanische locomobile Grabemaschine[3]) von 8 Pferdekräften mit (9zölligem) 235 Millimeter weitem Cylinder und stehendem Röhrenkessel benutzte; man ist indess bald wieder davon abgegangen, weil die Resultate den Erwartungen nicht entsprachen. Zum Auflockern der Erdmassen hat man auch Grabenpflüge gebraucht, welche von stehenden Maschinen hin- und hergezogen werden, so im Haspelmoor, einem dem bairischen Oberpostmeister Exner gehörenden Torftisch.

## II. Keilhauenarbeit.

Die Keilhauenarbeit ist zunächst für mildes Gestein bestimmt, dient aber auch bei festeren Massen zur Vor- und Nacharbeit; sie ist wahrscheinlich sehr alt und wurde anfänglich mit einer Keilhaue aus Kupfer (Bronce) ausgeführt, an dessen Stelle natürlich später Eisen und Stahl getreten ist.

### *a.* Das Gezähe.

1. Die einfache Keilhaue.

An der einfachen Keilhaue hat man ausser dem Helm zu unterscheiden: Blatt, Spitze (Oertchen), Auge. Das Blatt wird aus gutem Eisen gefertigt,

[3]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 8. A. S. 176.

erhält einen rechteckigen Querschnitt, der am besten mehr hoch als breit ist, und als äussere Begränzungslinien einen Bogen, welcher seinen Mittelpunkt in dem Ellenbogen oder auch in der Achsel des die Keilhaue führenden Arbeiters hat; von diesem Bogen weicht man aber vielfach ab, da man entweder die untere Kante ganz geradlinig oder auch die obere Kante stärker gebogen macht, immer aber muss man das Blatt so gestalten, dass der vorerwähnte Bogen innerhalb des Blattes fällt, und dass auch die Spitze in diesem Bogen liegt; fehlerhaft ist eine zu grosse Krümmung wie z. B. bei der englischen Doppelkeilhaue, wo der Krümmungsmittelpunkt im Handgelenk des Arbeiters liegt. Die Länge des Blattes beträgt (8 bis 12 Zoll) 209 bis 314 Millimeter, steigt aber auch bis (16 Zoll) 418 Millimeter und fällt bis (4 Zoll) 105 Millimeter; das Gewicht schwankt in der Regel zwischen 2 bis 6 Pfund, steigt aber auch bis 8 Pfund und fällt bis $1^1/_4$ Pfund.

Die Spitze (das Oertchen) darf nicht zu lang ausgezogen sein, weil sie sonst nicht stabil genug ist, und muss mit scharfen Kanten versehen sein; während das Blatt im Uebrigen ziemlich gleichmässig breit ist, werden die letzten (3 bis 4 Zoll) 78 bis 105 Millimeter zur Spitze ausgezogen, welche in die Mittellinie des Blattes oder besser ein wenig unter dieselbe gestellt wird. Die Spitze wird aus Stahl gefertigt, der in das eiserne Blatt eingelegt wird, da die Herstellung des ganzen Blattes aus Stahl überflüssig ist, weil dasselbe nach wiederholtem Schärfen zu kurz werden würde und also dann beseitigt werden müsste; für hartes Gestein muss man den Stahl beim Schärfen blau, für milde Massen gelb anlaufen lassen. Selten hat man, wie auf den Steinkohlengruben bei Dresden, statt der Spitze eine ($^1/_8$ Zoll) $3^1/_4$ Millimeter im Quadrat grosse Fläche. Zweispitzige Keilhauen hat man auf den Steinkohlengruben bei Saarbrücken[4]) mit vielem Vortheil angewendet, während dieselbe Construktion auf den oberschlesischen Steinkohlengruben[5]) bald wieder abgeworfen wurde. Dagegen hat man sie neuerdings in Westfalen beim Schrämen mit gutem Erfolge eingeführt[6]). Statt der Spitze hat man auch wohl eine kleine scharfe Schneide angebracht; steht dieselbe rechtwinkelig zum Helm, so geht die Keilhaue in die Breithaue über, steht sie parallel zum Helm, so nähert sie sich der Axt.

Das Auge, mit welchem die Keilhaue auf den Helm aufgesteckt wird, richtet sich in seiner Gestalt einigermassen nach dem Zweck der Keilhaue, nach deren Gewicht und der erforderlichen Stärke des Helms. Runde Augen sind verwerflich, weil darin der Helm am wenigsten fest sitzt und ein zu starker Absatz gegen das Blatt gebildet wird, besser ist eiförmig, länglich viereckig, am besten trapezoidal, fast in einer Schärfe nach dem

---

[4]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 6. A. S. 92. Bd. 7. A. S. 85.
[5]) Ebenda Bd. 8. A. S. 175.
[6]) Ebenda Bd. 16. B. S. 309.

Blatte zu auslaufend, oder einem sphärischen Dreiecke ähnlich, wie in Schlesien. Für Keilhauen zur Führung eines niedrigen Schrams muss man dafür Sorge tragen, dass sich dass Auge ohne Absatz an das Blatt anlegt. Die Rückseite des Auges, den Nacken, verstärkt man durch Auflegen einer Stahlplatte, um Schläge damit ausführen zu können; auch findet man zu gleichem Zweck eine fäustelförmige Fortsetzung des Auges auf den Saarbrücker Gruben, eben da auch eine Fortsetzung in eine kurze Keilhaue, welche dazu dient, festere Einlagerungen in dem Schram, z. B. Eisensteinnieren in der Kohle, zu beseitigen. Die Höhe des Auges nimmt man nicht leicht unter (2 Zoll) 52 Millimeter, steigt bis ($2^1/_2$ und 3 Zoll) 65 und 78 Millimeter, wobei man den oberen Rand mit dem des Blattes zusammenfallen lässt, während unterhalb des Blattes sich das Auge zu einem Bart verlängert, der zur besseren Befestigung des Helms gereicht.

Der Helm steht rechtwinkelig zum Blatt, eine Ausnahme hiervon findet sich beim österreichischen Salzbergbau. Er wird in der Regel aus Eschenholz gefertigt, auch aus Eichenholz, doch soll das letztere in der Hand des Arbeiters ein brennendes Gefühl veranlassen. Am besten, weil am bequemsten in der Hand liegend, wird ein länglich runder Querschnitt des Helms gewählt, unzweckmässig ist ein kreisrunder Querschnitt. Die Stärke des Helms ist der ganzen Länge nach gleichmässig, doch macht man den Helm bei der Keilhaue im Mansfeld'schen unten stärker, um sie bei der Schramführung nicht zu leicht aus der Hand rutschen zu lassen. Unmittelbar unter dem Blatt bleibt der Helm zweckmässig etwas stärker, als in dem übrigen Theil, den dadurch gebildeten Ansatz nennt man Kropf, der am besten nach der Seite des Blattes liegt.

Die Befestigung des Blattes auf dem Helm, das Bestecken, erfolgt dadurch, dass man das Blatt mit dem Auge auf den Helm schiebt und durch hölzerne, auch eiserne, in das Hirnholz des Helms getriebene Keile festhält. Auch benutzt man dazu Federn von dünnem Bandeisen, welche angenagelt werden, auch legt man um die Federn noch wohl einen eisernen Ring. Wo die Keilhauen schnell abgenutzt werden, empfiehlt sich die letztere Verbindungsart nicht, weil sie eine schnelle Lösung des Blattes vom Helm nicht zulässt.

Um eine geringere Zahl von Helmen nothwendig zu haben, hat man den Vordertheil des Blattes von dem hinteren getrennt hergestellt. Derartige Keilhauen sind früher schon angewendet bei dem Steinsalzbergbau zu Dieuze[7]), in einem Dachschieferbruch an der Mosel[8]), sowie neuerdings auf der Steinkohlengrube Concordia bei Oberhausen[9]). Jetzt findet man sie ihrer Vortheile wegen in allen Bergrevieren in Benutzung[10]). Die

---

7) Gätzchmann a. a. O. S. 136.

8) Allg. berg- und hüttenm. Zeitg. v. Hartmann. Quedlinburg 1861. S. 64.

9) Dingler polyt. Journ. 1866. Bd. 181. S. 234.

10) Glückauf. Berg- und Hüttenm. Zeitung für den Niederrhein und Westfalen. Essen, 1869. No. 2. 33. 45. — Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenwesen im preuss. Staate. Bd. 16. B. S. 308.

etwa 157 Millimeter langen Gussstahlspitzen sind an ihrem hinteren Ende anfänglich quadratisch oder auch cylinderisch hergestellt worden und passten mit demselben in ein entsprechendes Loch des Keilhauenblattes, in welchem sie durch ein Schräubchen festgehalten wurden. Durch diese Befestigung fand man nicht das Bedürfniss, den Zapfen der Spitze und das Loch des Blattes genau passend zu machen, was zur Folge hatte, dass beim Arbeiten die Keilhaue leicht schlotterig wurde. Nach dieser Wahrnehmung macht man jetzt den Zapfen konisch, nach hinten convergirend und das Loch im Blatte ganz genau dem Zapfen passend, lässt aber die Schraubenbefestigung fort; beim Arbeiten mit der Keilhaue wird der Konus der Spitze in das Loch des Blattes eingetrieben und dadurch eine vollständige Stabilität erzielt, welche so weit geht, dass häufig das Lösen der Spitze aus dem Blatte nur schwierig zu bewirken ist. Das Oertchen der Spitze wird, je nachdem die Keilhaue zum Schrämen oder Kerben, in weichem oder hartem Gestein benutzt werden soll, geschärft. Der wesentliche Vortheil solcher Keilhauen besteht darin, dass der Hauer nur eines Keilhauenhelms mit Blatt bedarf, welchen er vor Ort liegen lässt, während er eine Zahl von Spitzen für jede Schicht mitbringt und leicht transportiren kann, indem die Zapfen aller Spitzen in das Loch ein und desselben Blattes passen; auch das ist ein Vortheil, dass der Stahl, auch wenn er als Keilhauenspitze nicht mehr dienen kann, anderweitig noch verwerthbar ist, während die alten Keilhauenblätter mit eingelegter Stahlspitze nur als altes Eisen zu gebrauchen sind. Die Keilhauen führen aber den Nachtheil, dass sie ein wenig schwerer, als gewöhnliche Keilhauen sind, dass man sich ihrer zum Wuchten und als Hammer nicht bedienen kann. Sie stehen in Westfalen, in Oberschlesien und an anderen Orten in ausgedehnter Benutzung, auch beim mansfeldischen Kupferschieferbergbau, doch wird hier nicht die Spitze allein, sondern das ganze Blatt eingesetzt. Auch hier besteht die Keilhaue aus zwei Theilen: aus dem Helm mit dem Oehr und dem Blatte. Das auf dem Helm heiss aufgetriebene Oehr a b c d, Fig. 81,

Fig. 81.




hat am Nacken und an der Blattseite eine länglich rechteckige Oeffnung, welcher entsprechend der Helm nach dem Auftreiben des Oehrs durchlocht wird bei x. Das Blatt ist von den sonst gebräuchlichen nicht verschieden, hat aber an seiner hinteren Seite einen dem Loche x entsprechenden

Zapfen f, mit welchem es in das Loch x gesteckt wird. Da das Loch x und der Zapfen f nach der Nackenseite verjüngt sind, so schlägt sich das Blatt beim ersten schwachen Hiebe in das Oehr fest, so dass das Loch e, durch welches ein Splint behufs des Festhaltens des Blattes gesteckt werden soll, für diesen Zweck überflüssig ist; dasselbe wird nur benutzt, mehre Keilhauen beim Transport, wie die Eisen auf dem Eisenriemen, aufeinander zu reihen. Oehr sowohl, wie Blatt sind aus Gussstahl gefertigt. Diese Keilhauen sind zwar etwas schwerer und theurer, als die gewöhnlichen, aber sie haben den Vortheil, dass der Hauer nur einen, höchstens zwei Helme vor Ort nöthig hat, dass jeder Hauer seine 5 bis 6 Blätter, von denen er 3 bis 4 in der Schicht gebraucht, bei sich führen kann, also die Schachtförderung entlastet wird, dass beim Schärfen die Helme nicht verbrannt werden und das Schärfen selbst bequemer ist; neben diesen Vortheilen, welche die Mansfelder Einrichtung mit den sonst angewendeten Spitzen zum Einsetzen in das Blatt theilt, hat sie den Vortheil, dass die Loslösung des Blattes einfacher erfolgt, indem ein nicht allzu starkes Aufschlagen des Nackens genügt, um das Blatt frei zu machen.

### 2. Die Doppeltkeilhaue.

Die **Doppeltkeilhaue** (Schneidhammer, Zweispitz) ist in England verbreitet. Dieselbe hat ein doppeltes Blatt, also auf jeder Seite des Helms eine Spitze, sie liegt besser in der Hand, wirkt aber weniger, da das Doppelblatt durchschnittlich nicht mehr Gewicht hat, als das einfache, also niedriger und schwächer ist. In neuerer Zeit ist dieselbe auch auf einigen westfälischen Gruben zur Benutzung gelangt[11]).

Fig. 82.



Eine eigenthümliche Art von Keilhaue ist die auf belgischen Steinkohlenbergwerken angewendete **rivelaine**, ein- auch zweispitzig. Fig. 82. Es ist dies ein (1/2 Zoll) 13 Millimeter starkes Eisen, welches vorn mit einer umgebogenen Schärfe versehen ist; das Eisen verlängert sich nach unten zu einem runden Griff, an den der Arbeiter angreift, in anderen Fällen ist ein hölzerner Helm vorhanden. Die kürzesten sind (2 1/2 Fuss) 785 Millimeter lang und wiegen 5 1/2 Pfund, die längsten haben eine Länge von (3 1/2 Fuss) 1,098 Meter und wiegen 7 1/4 Pfund. Das Gezähe ist für sehr weiche Schrampacken anwendbar und wird hauend und kratzend gehandhabt; bei Versuchen auf den Gruben bei Saarbrücken hat es sich nicht bewährt.

### 3. Der Schrämhammer.

Der **Schrämhammer** (Berghammer, Haueisen) ist eine einfache Keilhaue, deren Nacken zu einem Fäustel mit verstählter Bahn verlängert ist, wodurch man den Vortheil erhält, die Last auf beide Seiten des Helms

11) Ebenda S. 309.

gleichmässig zu vertheilen, durch vermehrtes Gewicht eine grössere Wirkung hervorzubringen und für verschiedene Verrichtungen ein Fäustel zur Hand zu haben, ohne das Arbeitsgezähe erst bei Seite legen zu müssen. Der Schrämhammer wird vorzugsweise beim Gangbergbau benutzt, aber auch beim Steinsalzbergbau zu Berchtesgaden, Hall, Wieliczka, in Siebenbürgen, unter dem Namen Berghammer bei der Bleierzgewinnung zu Commern, unter dem Namen Wetzkopf, bei dem das Fäustel eine runde Bahn hat, in den Steinbrüchen bei Mayen. Auch schliesst sich hieran die bereits erwähnte Doppeltkeilhaue, bei der sich der Nacken zu einer kurzen Keilhaue verlängert.

Selten hat man am Schrämhammer statt der Spitze eine Schneide, die dann sowohl rechtwinkelig, wie parallel zum Helm steht. Der Helm ist von mittlerer Länge, wie bei der gewöhnlichen Keilhaue, (16 bis 18 Zoll) 418 bis 471 Millimeter, öfter auch kürzer zum Arbeiten mit einer Hand; das Gewicht schwankt zwischen $2^1/_2$ und 5 Pfund, steigt aber bis 7 Pfund, der Wetzkopf ist sogar 12 bis 14 Pfund schwer.

### 4. Die Breithaue.

Die Breithaue wird auf Lettenlagen zum Schrämen und Kerben verwendet. Sie hat statt einer Spitze eine gegen den Helm rechtwinkelig stehende Schneide, die gerade oder auch schwalbenschwanzförmig ausgeschnitten ist; es finden sich auch Uebergänge in die Spitzkratze. Die Schneide ist (2 bis $2^1/_2$ Zoll) 52 bis 65 Millimeter breit, das ganze Blatt (12 bis 16 und 18 Zoll) 314 bis 418 und 471 Millimeter lang, das Gewicht beträgt 5 bis 8 und mehr Pfund. Die Helme sind länger, als bei der Keilhaue, bis (36 und 48 Zoll) 0,942 und 1,255 Meter.

### 5. Der Schrämspiess.

Der Schrämspiess ist ein von der Schlägel- und Eisen-Arbeit entlehntes Gezähe. Es ist eine vierkantige, an den Kanten verbrochene eiserne Stange, ($^3/_4$ bis $^7/_8$ Zoll) 20 bis 23 Millimeter stark, (30 bis 72 Zoll) 0,785 bis 1,883 Meter lang, mit verstählter pyramidaler, selten und minder brauchbar lanzenförmiger Spitze; er wird in tiefen Schrämen mit beiden Händen stossend geführt oder auch wohl mit Fäustel angetrieben, und bildet den Uebergang zur Stoss- oder Brechstange.

### 6. Die Axt.

Die gewöhnliche Axt des Zimmermanns wird zur Gewinnung von bituminösem Holz benutzt, wohin auch das auf den Braunkohlengruben bei Riestädt gebrauchte Schlitzbeil[12]) gehört.

---

[12]) Seyfert: Das Braunkohlenbergwerk bei Riestädt in Zeitschr. f. B. H. und S. Wesen Bd. 4. B. S. 177.

## *b.* Die Ausführung der Arbeit.

### 1. Mit der Keilhaue.

Die Führung der Keilhaue erfolgt mit beiden Händen, von denen die eine bei freiem Aushiebe am Helme gleitet. Als allgemeine Regel gilt, wie bei allem scharfen Gezähe, eine neue Keilhaue langsam anzuführen, also anfänglich nicht mit voller Kraft zu arbeiten. Die Keilhauenarbeit dient zur Einleitung und Vorbereitung der Gewinnung und bezweckt die zu gewinnende Masse, ausser nach vorn, auch nach anderen Seiten frei zu legen. Die Arbeit mit der Keilhaue heisst Verschrämen und zerfällt in das eigentliche Schrämen (Bahnen) und in das Schlitzen, Kerben oder Schneiden, doch kann das Schrämen auch allein vorkommen.

Der Schram liegt bei plattenförmigen Lagerstätten den Ebenen derselben parallel, bei unregelmässigen Massen z. B. Steinsalz horizontal, bei manchen Gewinnungen nennt man indess verticale Vertiefungen auch wohl Schram, während dieselben sonst Schlitze oder Kerbe heissen. Die Lage des Schrams in Bezug auf die Lagerstätte ist abhängig von der inneren Struktur, der Beschaffenheit einzelner Bänke und der Mächtigkeit, bei wenig mächtigen Lagerstätten wird er am liebsten am Liegenden geführt; bei gleicher Festigkeit wird der Schram wohl mitten in die Masse hineingelegt, immer aber beobachtet man die vorhandenen Ablösungen. Die Höhe des Schrams nimmt man principiell so gering, die Tiefe so gross als möglich; dabei sind von Einfluss: die Haltbarkeit und der Zusammenhang der verschrämten Masse in sich und mit dem Nebengestein, sowie die Festigkeit; je fester die Masse ist, desto niedriger sucht man den Schram zu halten, um den ersten, schwierigsten Angriff auf eine möglichst kleine Fläche zu richten. Auch ist die Mächtigkeit auf die Höhe des Schrams von Einfluss, von selbst aber ergiebt sich dieselbe bei vorhandenen Schrampacken, Schramstreifen, welche sich als besondere Lagen in der Lagerstätte wegen ihrer Milde zum Schrämen geeignet erweisen. Daher ist die Höhe des Schrams sehr verschieden, zwischen (½ und 6 Zoll) 13 und 157 Millimeter, sie wird aber durch Nachnahme (Nachrücken) oft bis auf (20 Zoll) 523 Millimeter erhöht; die Tiefe schwankt zwischen (5 bis 40 Zoll) 0,130 und 1,046 Meter, aber auch hier rückt man nach und vertieft bis auf (100 Zoll) 2,615 Meter.

Das Schrämen beginnt bei grösserer Festigkeit der Masse mit einer Art Einbruch, sowohl unten, als der Ortsbreite nach; das letzte fällt bei mildem Ausschram fort, der gleich ganz angefasst wird; nach und nach erweitert man den Schram nach Oben. Man hat stets auf richtige Führung der Hiebe zu sehen, damit durch jeden Hieb ein Fortschritt in der Schramführung erreicht wird. Man lässt zur Unterstützung der durch den Schram freigelegten Massen Streifen, sog. Beine stehen, die man indess auch durch Einschieben von Bolzen ersetzt. Eine sehr sorgfältige Schram-

führung findet bei der Gewinnung des Kupferschieferflötzes[13]) im Mansfeld'-schen und in Hessen statt, wo bei der geringen Mächtigkeit der Lagerstätte und dem Werth der Schramlage besondere Sorgfalt auf die richtige Führung der Arbeit verwendet wird. Es ist dies die sog. Krummhälserarbeit (Agricola nennt die Kupferschieferhauer fossores qui colla gerunt intorta), bei welcher die Bergleute auf Fahrbrettern während der Arbeit liegen: dass Achselbrett ist (22 Zoll) 575 Millimeter lang, (10 Zoll) 262 Millimeter breit, (1 Zoll) 26 Millimeter stark aus Weiden- oder Espenholz, oben mit einer Handhabe, unten mit zwei Leisten von hartem Holze versehen; das Beinbrett ist länglich vierseitig, ähnlich wie das Achselbrett, daran sind Riemen zum Anschnallen des Brettes an die Lende angebracht, auf der oberen Fläche befindet sich eine rundliche Vertiefung für den Hüftknochen, auf der unteren Gleitschienen. Auf diesen Brettern fährt der Bergmann vor sein Ort und liegt während der Arbeit auf denselben, weil die niedrigen Baue eine andere Lage des Arbeiters nicht gestatten. Meistentheils liegen die Arbeiter auf der linken Seite, damit sie den rechten Arm zur Führung der Keilhaue frei haben, doch kommt es auch vor, dass sie aus Gewohnheit umgekehrt liegen, wie sich dies auch beim Schlitzen und anderen Arbeiten wiederholt, so dass man Rechts- und Linkshändler unterscheidet. Auch bei anderen Lagerstätten hat man Unterstützungen für die Hauer, wie untergelegte Bretter, auch Gerüste und Pritschen bei stehender Lagerung. — Am einfachsten ist das Schrämen beim Gangbergbau, wenn überhaupt die Keilhaue angewendet wird, was wohl nur dann geschieht, wenn ein Lettenbesteg vorhanden ist; dabei beginnt man in oder unterhalb halber Manneshöhe, nimmt dann den Schram oben nach und demnächst unten.

Der Schlitz, rechtwinkelig gegen den Schram gestellt, wird selten so tief und so weit genommen, wie dieser, wobei vorhandene Schnitte das Anhalten geben; selten wird er so weit hergestellt, dass der Mann hineintreten und ihn tiefer fortführen kann. Oft führt man die Schlitze allmälig nach. Auch hier lässt man Beine, meist unmittelbar über dem Schram stehen, und verbolzt das abgeschlitzte Stück der Lagerstätte gegen das Liegende, beziehungsweise Hangende.

Die Anwendung der Keilhaue zur Gewinnung grösserer Massen ist nicht häufig. Ist vorher ein Schram geführt, so geht die Gewinnung von diesem aus weiter. — Auch zur Gewinnung aus dem Ganzen wird die Keilhaue selten benutzt; man theilt dann den Arbeitsstoss in regelmässige Abtheilungen, sog. Tagwerke, was von der Schlägel- und Eisenarbeit entnommen ist. Bei der Führung von Oertern in solchen Massen legt man den Einbruch unter halber Manneshöhe; sind Klüfte vorhanden, so legt

---

[13]) Gätzschmann a. a. O. S. 160. — Allgm. berg- und hüttenm. Ztg. von Dr. Hartmann. Quedlinburg, 1860. S. 341. — Erdmenger in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 19. B. S. 246.

man ihn so, dass die grössere Abtheilung da ist, wo die Klüfte die Arbeit am meisten erleichtern, also etwas höher bei zufallenden, tiefer bei abfallenden Klüften. Ausser dem Einbruch hat man nicht leicht weniger oder mehr als drei Tagwerke: zunächst das Nachnehmen der über dem Schram liegenden Bank, das Schwachmachen, dann das der unter dem Schram liegenden, das Söhlighauen, endlich das Hereinnehmen der Bank am Dache, das Seigerstosshauen.

### 2. Mit dem Schrämhammer.

Die Arbeit mit dem Schrämhammer ist der mit der Keilhaue gleich; sie wird vorzüglich beim Gangbergbau zum Verschrämen angewendet, wenn schmale Bestege vorhanden sind, sie erfordert keine grosse Regelmässigkeit. Der Hauer muss links- und rechtshändig arbeiten können. Auch auf Steinsalz, im Salzthon, am Bleiberge bei Commern (Berghammer) wird dieses Gezähe benutzt.

### 3. Mit der Breithaue.

Die Breithaue dient seltener zur Schramführung in milden Massen, als zur Gewinnung von Massen durchgängig gleicher und milder Beschaffenheit. Dabei ist das Gleiten der Hände am wirksamsten, obwohl dies nicht immer möglich ist.

## III. Schlägel- und Eisenarbeit.

### *a.* Gezähe.

Das bei der Schlägel- und Eisenarbeit benutzte Gezähe ist das Eisen (gehelmt und ungehelmt), in einzelnen Gegenden Spitzeisen, das Schlägel (Fäustel), zur Aushilfe der Schrämhammer und der Schrämspiess.

### 1. Das Eisen.

Das Eisen ist entweder ganz von Stahl oder nur an der Spitze, ausserdem zuweilen an der Bahn verstählt; erstere sind in der Anschaffung theurer, in der Unterhaltung wohlfeiler, auch zweckmässiger, weil sie den Schlag besser fortpflanzen. Das Eisen hat einen quadratischen Querschnitt mit einer pyramidalen Spitze, die um so stumpfer sein muss, je fester das Gestein ist; für den gewöhnlichen Gebrauch hat es eine Länge von (5 bis 7 Zoll) 130 bis 183 Millimeter und eine Stärke von ($^5/_8$ bis 1 Zoll) 16 bis 26 Millimeter; wo das Eisen nur zum Zuführen gebraucht wird, macht man es wohl nur ($3^1/_2$ bis 4 Zoll) 92 bis 105 Millimeter lang. Auf das Gewicht kommt nichts an, weil das Eisen nur als vermittelndes Gezähe benutzt wird. Zur Aufnahme des **Helms** hat das Eisen ein rechtwinkeliges **Auge**, welches am besten in der Mitte steht; allenfalls setzt man es näher der Spitze, wenn man Eisen als Material angewendet hat, weil sich alsdann die Bahn schneller abnutzt, als die Spitze. Das Eisen wird lose auf den Helm aufgesetzt, damit man denselben herausnehmen kann, wenn das

Eisen bis in die Nähe des Auges eingetrieben ist. Zum Transportiren der für eine Schicht nöthigen Eisen reiht man dieselben auf einen Eisenriemen, einen schmalen Eisenstreifen, der am Ende einen Knopf hat, auf den sich die im Auge auf den Riemen gezogenen Eisen aufsetzen; jeder Riemen hat eine Länge zur Aufnahme von 6 bis 12 Eisen.

Das Eisen ohne Helm, welches kein Auge hat, wird in Verbindung mit dem Treibfäustel gebraucht und gehört eigentlich zur Treibearbeit.

2. Das Spitzeisen.

Das Spitzeisen ist eine längere Stange mit verbrochenen Kanten und vorn mit pyramidaler, verstählter Spitze; es wird ähnlich wie das gewöhnliche Eisen gebraucht, schwankt und vibrirt aber mehr, als das gehelmte Eisen, so dass die Arbeit schlechter von Statten geht; es wird auch nur in Gegenden gebraucht, wo die Geschicklichkeit für Schlägel- und Eisenarbeit abhanden gekommen ist.

3. Das Schlägel.

Das Schlägel oder Fäustel ist von Eisen mit kurzem hölzernen Helm; die Begränzungsflächen sind nach dem Schwingungshalbkreise, dessen Mittelpunkt im Ellbogen liegt, gebogen, die Bahnen stehen radial, dieselben sind verstählt. Der Querschnitt ist viereckig, die Kanten sind verbrochen, doch kommen auch Fäustel mit rundem Querschnitt vor; früher machte man die Fäustel mehr schlank, jetzt gedrungener, doch darf dies nicht zu einer Klotzform führen; die schlanken Fäustel erfordern grössere Geschicklichkeit. Die Länge beträgt (5 bis 7 Zoll) 130 bis 183 Millimeter, die Seitenbreite in den Bahnen (1 bis $1\frac{1}{2}$ Zoll) 26 bis 39 Millimeter, ältere Fäustel haben eine Länge von (9 bis 10 Zoll) 235 bis 262 Millimeter, aber nur ($\frac{3}{4}$ Zoll) 20 Millimeter Bahnenbreite; das Gewicht schwankt zwischen 2 und 5 Pfund, steigt aber auch bis zu 7 Pfund, die schwereren Fäustel werden beim Arbeiten unter sich in Strossenbauen, beim Abteufen benutzt. In Ungarn sollen 40 Pfund schwere Fäustel zur Anwendung gelangt sein, welche vor dem Ortstoss aufgehängt und in schwingende Bewegung gegen das Eisen gesetzt wurden.[14])

*b.* Die Ausführung der Arbeit.

Die Arbeit ist:

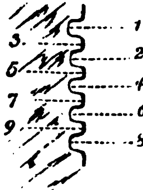
1. Das Hereintreiben, auch Auf- und Abtreiben genannt, bei zerklüfteten Massen, wo man grössere Stücke loszugewinnen sucht, und wo man nach einer freigemachten Seite arbeitet. Wenn man ein unterschrämtes Lager hereintreiben will, setzt man das Eisen in eine Kluft und treibt es als Keil mit dem Fäustel ein, wodurch sich die Masse löst; ebenso wenn der Schram oben geführt ist.

---

[14]) Ueber alte Schlägel- und Eisenarbeit in österreichische Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen von Dr. v. Hingenau, 1868, S. 41.

2. Das Brunnen bei festem und sehr festem unzerklüfteten Gestein und wenn man nur eine freie Seite hat; es besteht in der Herstellung paralleler, gleich tiefer Furchen, wodurch allmälig ein Stück der Masse fortgenommen wird, dessen Dicke der Tiefe der Furche entspricht. Man macht oben vor der Gesteinsbrust anfangend, Fig. 83 (im Grundriss), eine solche Furche, demnächst eine zweite, so dass zwischen beiden ein Grat stehen bleibt, dieser wird durch die dritte Furche fortgenommen, worauf die vierte folgt, zwischen welcher und der zweiten wiederum ein Grat stehen bleibt. Die Entfernung der Furchen von einander ist bedingt durch die Gesteinsfestigkeit und Tiefe der Brunnen, doch darf sie nicht grösser sein, als dass der Schlag den Grat absprengen kann, also meist ($1\frac{1}{4}$ bis $1\frac{1}{2}$ Zoll) 33 bis 39 Millimeter.

Fig. 83.



3. Das Arbeiten aus dem Ganzen besteht in der Wegnahme des Ortstosses in Strossen, deren Länge von (3 bis 21 Zoll) 78 bis 549 Millimeter veränderlich ist; die Höhe des Ortstosses theilt man in Tagewerke, deren einzelne Strossen vollkommen hereingenommen sein müssen, bevor man zu dem folgenden schreitet. Beim Ortsbetrieb, Fig. 84, ist das erste

Fig. 84.

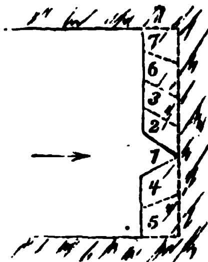
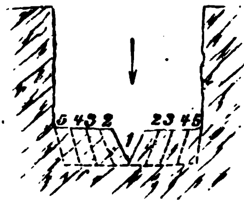


Fig. 85.



und kleinste Tagewerk: 1. der Einbruch, welchen man in eine besonders dazu geeignete Lage des Stosses verlegt; dann folgt 2. die Firste aus dem Einbruch, 3. die zweite Firste aus dem Einbruch, 4. die Strosse aus dem Einbruch, 5. das Söhlighauen, 6. das Schwachmachen, 7. das Seigerstoss- oder Seigerfirstenhauen; je nach der Höhe des Ortstosses und den vorgefundenen Ablösungen ändert sich die Zahl der Strossen. — Beim Abteufen, Fig. 85, verfährt man ähnlich, man hat 1. das Vorgesümpfe, an dessen beiden Seiten sich 2. und 3. die Strossen anschliessen, zu deren beiden Seiten 4. das Schwachmachen und 5. das Seigerstosshauen folgt; so auch macht man bei Ueberbrechen, Fig. 86, den Einbruch 1. durch das Uebersichbrechen, dem 2., 3., 4. und 5. die Strossen, 6. das Schwachmachen, 7. das Seigerstosshauen folgt. Beim Strossenbau, Fig. 87, hat man: 1. das Obenanfangen, 2. die Halbhöhe, 3. das Söhlighauen; beim Firstenbau, Fig. 88: 1. das Untenanfangen, 2. die Halbhöhe, 3. das Seigerfirstenhauen.

Ausserdem wendet man die Schlägel- und Eisenarbeit noch an beim Zubrüsten der Bohrlöcher, beim Beräumen der Schüsse, beim Zuführen der Stösse und überall da, wo man die Schiessarbeit nicht gebrauchen

Fig. 86.

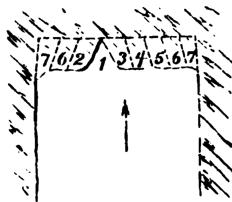



Fig. 87.

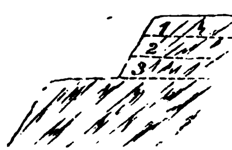
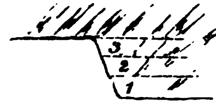



Fig. 88.




kann, z. B. bei engen Bühnlöchern, oder wo man dessen zu weit greifende Wirkungen fürchtet, z. B. bei Widerlagern für Mauern, bei Pumpenlagern; bei der Anlage grösserer Räume für Maschinen u. dgl. m. nimmt man den Kern durch Sprengarbeit fort und führt die Stösse durch Schlägel- und Eisenarbeit zu.

### IV. Die Hereintreibearbeit.

Die Hereintreibearbeit kann als eine Schlägel- und Eisenarbeit in grösserem Maassstabe betrachtet werden und ist bestimmt, grössere Massen mit einem Male zu gewinnen.

#### *a.* Gezähe.

Das Gezähe besteht in: Treibfäustel, Keile, Fimmel (auch wohl Eisen genannt), Legeisen, Brechstange (auch Brecheisen, Wuchtbaum, Brechbaum).

##### 1. Das Treibfäustel.

Das Treibfäustel ist ein vergrössertes Handfäustel und wird am besten nach denselben Regeln construirt; der Mittelpunkt des Schwingungsbogens liegt hier in der Achsel des Arbeiters, daher ist der Radius circa (2 Fuss) 628 Millimeter. Als Material wird in der Regel Schmiedeeisen gewählt, die Bahnen werden verstählt; ein solches Fäustel wiegt 7 bis 10 Pfund, steigt bis 12 Pfund; selten nimmt man Gusseisen. In neuerer Zeit fertigt man die Fäustel aus Hartguss, die an sich zwar zweckmässig sind, die aber den Nachtheil haben, dass sie bei etwaiger Beschädigung als werthlos fortgeworfen werden müssen, während die schmiedeeisernen mit Stahlbahnen für den Arbeiter immer noch von Werth bleiben.

##### 2. Die Keile.

Die Keile sind parallelepipedisch oder pyramidal geformt und endigen vorn in eine Schärfe, die am besten etwas convex hergestellt ist, sie sind aus Eisen gefertigt und an der Schärfe verstählt. Auf den Gruben bei

Saarbrücken hat man Keile mit hölzernem Griff, Fig. 89, welcher oben mit einem eisernen Band versehen ist, damit er durch die darauf geführten Schläge nicht zu leicht aufspaltet.

Fig. 89.



Hölzerne Keile kommen wohl, in ganzen Reihen eingesetzt, beim Steinbruchbetrieb vor; man steckt dieselben trocken ein und macht sie demnächst nass, so dass sie aufquillen, wodurch sie ihre Wirkung auf das Gestein äussern.

Je zäher das Gestein ist, desto länger und stärker müssen die Keile sein, so dass sie in sehr verschiedenen Dimensionen und Gewichten zur Anwendung gelangen.

### 3. Der Fimmel.

Der Fimmel ist ein vergrössertes Bergeisen mit quadratischem oder rechteckigem Querschnitt, am besten mit gewölbten, zur pyramidalen Spitze zusammenlaufenden Flächen, auch kommen parallelepipedische mit prismatischer oder runder Spitze vor. Das Material ist Schmiedeeisen, die Spitze ist verstählt, das Gewicht beträgt in der Gegend von Mons 2 bis 3 Pfund, an der Ruhr 5 bis 6 Pfund.

### 4. Das Legeisen.

Die Legeisen oder Legbleche sind dünne Eisen oder Bleche, welche zur Seite der Keile eingelegt werden, sie sollen das Eintreiben durch Verminderung der Reibung erleichtern, das Einschneiden der Keile seitwärts verhindern, den Druck auf grössere Flächen vertheilen, auch zu weite Vertiefungen ausfüllen. Sie werden fast nur in Steinbrüchen benutzt.

### 5. Die Brechstange.

Die Brechstange ist eine eiserne Stange, welche unten einen stumpf aufgebogenen Schuh besitzt; ist der Schuh gespalten, so heisst die Brechstange Ziegenfuss. Sie wird angewendet, wenn schon offene Klüfte vorhanden sind, zum Herauswuchten grösserer Massen; auch wird sie angewendet zum Aufnehmen von Kohlenbänken, welche unterhalb des Schrams liegen, wozu man auch Wuchtbäume benutzt.

## *b.* Die Ausführung der Arbeit.

Die Anwendung der beschriebenen Gezähe erfolgt meistentheils bei der Arbeit aus dem Ganzen, wobei man die Klüfte sorgfältig beachten muss. Nachdem über oder unter der loszulösenden Masse frei gemacht ist, werden ein oder mehrere Keile oder Fimmel in die Kluft eingetrieben, wodurch sich die Schicht loslöst, entweder vollständig oder so, dass mit der Brechstange das Herauswuchten erfolgen kann.

### V. Sprengarbeit.[15])

Die Sprengarbeit soll nach den ältesten bekannten Angaben im Jahre 1613 durch Martin Weigel oder Weigold, später Oberbergmeister in Freiberg, erfunden sein; erst im Jahre 1632 kommt sie zu Klausthal in Anwendung, auch in Sachsen wird sie erst 1643 und 1644 allgemeiner.[16]) Die Erfindung war von grösster Wichtigkeit, weil sie raschere und minder kostspielige Arbeit gestattete und eine Schonung der durch die Schlägel- und Eisenarbeit sehr früh bergfertig werdenden Mannschaft herbeiführte.

#### *a.* Gezähe.

##### 1. Bohrer.

Die Bohrer bestehen aus der Stange und dem Bohrkopf und sind aus Eisen mit verstähltem Kopfe gefertigt, in neuerer Zeit macht man die Bohrer meistens ganz aus Gussstahl, weil dieses Metall den Schlag besser fortpflanzt und eine geringere Abnutzung sowohl an dem arbeitenden Kopf, als an der Bahn, auf welche geschlagen wird, zeigt.

Die Stange ist, was nicht zu empfehlen, in Belgien und Frankreich rund, besser ist sie an anderen Orten achtkantig oder quadratisch mit verbrochenen Kanten, weil der Arbeiter sie alsdann bequemer in der Hand führen und drehen kann. Die Stärke der Stangen macht man $^2/_5$ bis $^3/_4$ der Bohrerbreite.

Der Bohrkopf nach der ältesten Form ist der Kolben- und der Kronenbohrer, jener hat fünf Spitzen, dieser hat vier und ist in der Mitte vertieft; diese Bohrer haben geringeren Effect, als die jetzt üblichen Meisselbohrer, sie werden aber noch heute von ungeübteren Arbeitern, ferner beim Bohren festerer Massen, endlich bei sehr langen Bohrstangen, die eine gerade Führung schwer zulassen, z. B. im Siegerlande, angewendet. — Der Meisselbohrer ist von ungarischen Bergleuten in den Jahren 1749 und 1750 am Harz eingeführt, die Zeit seiner Erfindung ist nicht bekannt. Die Schneide am Meissel ist convex, dreieckig, gerade; über die Zweckmässigkeit der einen oder anderen Form sind die Ansichten sehr getheilt, jedenfalls muss man sie von der Festigkeit des Gesteins abhängig machen. Für festes und höchstfestes Gestein sind nur gerade Schneiden rathsam, man giebt dann aber zur Schonung der Ecken eine convexe Seitenwölbung derselben. Der Winkel, welchen die beiden Meisselflächen in der Schneide machen, ist gleichfalls nach der Festigkeit des Gesteins sehr verschieden, doch macht man ihn nicht stumpfer als 60 Grad. Man hat der

---

[15]) Eduard Ržiha: Ueber die Theorie der bergm. Sprengarbeit in berg- u. hüttenm. Jahrb. der k. k. Bergakademieen zu Leoben, Przibram und Schemnitz. Bd. 16. Wien 1867.

[16]) Vergl. Cossmann: einige Notizen über die Einführung der Bohr- und Schiessarbeit im Berggeist Jahrg. 1861. S. 256, nach Henning Calvoer der Oberharz. Thl. II. S. 19.

Meisselschneide die mannigfachsten Formen gegeben, mit hervorstehender Spitze, mit concaver Einbiegung (Schwalbenschwanzbohrer), mit klauenförmiger Aushöhlung (Klauenbohrer), doch ist man überall sehr bald von diesen Versuchen zurückgekommen. Die Breite der Meissel steht im Zusammenhange mit der Art des Bohrens, ob ein-, zwei-, drei- oder viermännisch; das letztere, wobei 2 Mann setzen, kommt leicht nicht mehr vor, auch beim dreimännischen Bohren wird die Kraft nicht ausgenutzt, denn entweder schlagen die zwei Mann nicht gehörig, oder der eine setzt zu rasch um; das zweimännische Bohren ist noch verbreitet, theils aus lokaler Gewohnheit, theils bei engen Bauen und unbequemer Stellung der Arbeiter, theils um weitere Löcher zu schlagen, theils bei sehr festem Gestein, obgleich in letzterem Falle auch das einmännische Bohren gute Dienste thut; neuerdings bohrt man auch in Westfalen beim Abteufen zweimännisch. Die Meisselbreite wird für dreimännisches Bohren (2 bis $2\frac{1}{2}$ Zoll) 52 bis 65 Millimeter, selten (3 Zoll) 78 Millimeter, für zweimännisches ($1\frac{1}{2}$ bis 2) 39 bis 52, höchstens ($2\frac{1}{4}$ Zoll) 59 Millimeter, für einmännisches ($1\frac{1}{8}$ bis $1\frac{1}{4}$ Zoll) 29 bis 33 Millimeter und nicht unter ($\frac{7}{8}$ Zoll) 23 Millimeter angenommen, noch geringere Breiten sind nicht rathsam, weil sonst eine grössere Zahl Bohrlöcher für dieselbe Wirkung erforderlich ist. Eine Ausnahme machen die sogenannten Vorstecher,[17]) welche man am Bleiberg in Kärnthen und zu St. Bel bei Chessy zum Vorbohren eines Lochs benutzt, welches nachher durch einen anderen Bohrer erweitert wird; die Breite der Vorstecher beträgt ($\frac{1}{2}$ bis $\frac{7}{12}$ Zoll) 13 bis 1·5 Millimeter, während der Nachbohrer (1 Zoll) 26 Millimeter breit ist. — Man kann die Länge der Bohrer nicht gleich beim Beginn des Bohrlochs so gross nehmen, wie sie bei der Vollendung des Lochs nöthig ist, weil die Führung für den Arbeiter sehr schwierig wäre, und weil in Rücksicht auf die Abnutzung sehr viel lange Bohrer erforderlich sein würden, man wendet deshalb für dasselbe Loch verschiedene Längen an: die kürzeren zum Beginn des Bohrlochs Anfangsbohrer, dann die Mittelbohrer und endlich die längsten die Abbohrer; die zu einem Loche zusammengehörenden Bohrer nennt man einen Satz Bohrer; wie viel Stücke zu einem Satz gehören, hängt von der Gesteinsfestigkeit, beziehungsweise von der Abnutzung ab. Die Meisselbreite nimmt bei den längeren Bohrern um ($\frac{1}{16}$ bis $\frac{1}{12}$ Zoll) $1\frac{2}{3}$ bis $2\frac{1}{8}$ Millimeter, auch wohl ($\frac{1}{8}$ bis $\frac{1}{4}$ Zoll) $3\frac{1}{4}$ bis $6\frac{1}{2}$ Millimeter ab, weil die Bohrer während der Arbeit sich abnutzen und dann der später eingeführte, wenn ihm nicht von vorn herein eine geringere Breite gegeben würde, nicht vor Ort gebracht werden könnte. Nach Gätzschmann macht man die Anfangsbohrer (10 bis 12 Zoll) 261 bis 314 Millimeter, die Mittelbohrer (18 bis 20 Zoll) 471 bis 523 Millimeter, die Abbohrer (28 bis 32 und 36 Zoll) 732 bis 837 und 942 Millimeter lang, wobei man darauf rechnet, dass sie etwa (6 Zoll) 157 Millimeter

---

[17]) Gätzschmann a. a. O. S. 363.

länger sind, als sie tief in das Gestein eindringen sollen. Am Harz[18]) hat man zum einmännischen Bohren Anfangsbohrer von (15 bis 18 Zoll) 392 bis 471 Millimeter Länge, (1¼ Zoll) 33 Millimeter Breite, Mittelbohrer von (27 bis 30 Zoll) 706 bis 785 Millimeter Länge, (1 Zoll) 26 Millimeter Breite, Abbohrer von (36 bis 40 Zoll) 0,942 bis 1,046 Meter Länge, (11 Linien) 24 Millimeter Breite, zum zweimännischen Bohren Anfangsbohrer von (25 bis 30 Zoll) 654 bis 785 Millimeter Länge, (1¾ Zoll) 46 Millimeter Breite, Mittelbohrer von (38 bis 42 Zoll) 0,994 bis 1,099 Meter Länge, (1½ Zoll) 39 Millimeter Breite, Abbohrer von (45 bis 50 Zoll) 1,177 bis 1,308 Meter Länge, (1¼ Zoll) 33 Millimeter Breite.

Im Allgemeinen ist zu bemerken, dass an Stelle von Bohrern mit eiserner Stange und eingelegtem stählernen Meissel, Bohrer, welche ganz aus Bessemerstahl gefertigt sind, in einzelnen Bergrevieren Eingang finden; das Schärfen hat seltener zu erfolgen, so dass die Gezähekosten beim Bohren geringer werden.[19])

Piemontesen, welche an vielen Orten z. B. in Westfalen und in Oberschlesien das Auffahren von Querschlägen u. dgl. m. in's Hauptgedinge nehmen, benutzen Bohrer von 0,314 bis 1,308 Meter Länge mit achteckigem Querschnitt und 26 Millimeter Dicke, die Breite der Meissel beträgt 26 bis 33 Millimeter.[20])

### 2. Das Fäustel.

Das Fäustel wird wie oben S. 164 angegeben construirt und zum ein- und zweimännischen Bohren eingerichtet; die einmännischen macht man 2 bis 4 Pfund, die zweimännischen 7 bis 9 Pfund schwer, doch giebt man auch den einmännischen etwas grösseres Gewicht, wenn die Bohrlöcher nach Unten geführt werden, wie beim Abteufen, beim Strossenbau; der Helm ist beim einmännischen Bohren (10 bis 12 Zoll) 261 bis 314 Millimeter, beim zweimännischen (24 bis 30 Zoll) 628 bis 785 Millimeter lang. Die Bahnen sind gut zu verstählen, doch lässt man sie unverstählt, wenn die Bohrer ganz aus Stahl bestehen, was indess nicht zu empfehlen ist, weil die Bahnen sich sehr schnell abnutzen.

Die Bohrfäustel von Grüson in Bukau aus Hartguss sind vielfach versuchsweise in Anwendung gekommen und empfehlen sich durch geringe Abnutzung und verhältnissmässige Billigkeit; ihre Brauchbarkeit ist aber deshalb zweifelhaft, weil bei Beschädigungen die Fäustel einer Reparatur nicht zu unterwerfen sind.[21])

---

[18]) Saacke in berg- u. hüttenm. Ztg. von Bornemann und Kerl. Freiberg 1860. S. 367.

[19]) Oesterr. Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenwesen von Dr. Frhr. v. Hingenau. Wien 1869. S. 213.

[20]) Zeitschr. f. Berg-, Hütten- u. Salinenwesen im preuss. Staate. Bd. 16. B. S. 309. — „Glückauf". Essen 1869. No. 40,

[21]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. Salinenwesen a. a. O.

Die Piemontesen benutzen bei den vorhin erwähnten Arbeiten sehr schwere Fäustel, deren Gewicht je nach der Richtung des Bohrlochs verschieden ist; für Firstenbohrlöcher nehmen sie Fäustel von $3^1/_2$ Kilogr. Schwere, für mittlere Bohrlöcher solche von 5 Kilogr. und 262 Millimeter Länge mit einem Schwingungsradius von 314 Millimeter, einer Bogenhöhe von 26 Millimeter, einer Bahn von 39 Millimeter im Quadrat und einem Helm von 209 Millimeter Länge. Für Sohlenbohrlöcher beträgt das Gewicht der Fäustel sogar $5^1/_2$ Kilogr., die Länge 209 Millimeter, der Schwingungsradius 262 Millimeter, die innere Bogenhöhe 20 Millimeter und die Bahn 39 Millimeter im Quadrat. Die Leistungen der Piemontesen mit diesen Fäusteln übersteigen bei Weitem die einheimischer Bergleute.[22]) Doch haben sich in neuester Zeit auch oberschlesische Bergleute gefunden, welche die Leistungen der Piemontesen erreichten.

### 3. Der Krätzer.

Wenn das Bohrloch stark nach Unten geneigt ist, so fällt das Bohrmehl von selbst heraus, bei allen anderen Richtungen des Bohrlochs muss es beseitigt werden, was durch den Krätzer geschieht, der also dem Löffel bei grösseren Bohrversuchen entspricht. Es ist eine dünne eiserne Stange, an deren unterem Ende ein Blatt, rechtwinkelig gegen die Stange, angebracht ist, mit dem man das Mehl auskratzt. Am andern Ende hat die Stange ein Oehr, in welches man Werg oder Lappen befestigen kann, um nassgebohrte Bohrlöcher vor dem Besetzen auszutrocknen.

### 4. Der Stampfer.

Der Stampfer (Ladestock, Ladeeisen) dient zum Besetzen des Bohrlochs nach der Ladung mit der Patrone. Es ist eine aus verschiedenen Materialien gefertigte Stange, die nach Unten kolbig ist, gleichsam einen Schuh zum Feststampfen der Besatzmasse hat; sie hat eine Spur oder Hohlkehle, in welche die Räumnadel oder Zündschnur passt; doch kommen auch andere Formen vor. Der grösste, am untern Ende befindliche Durchmesser ist nahe dem des Bohrlochs gleich zu machen.

Man wählt als Material weiches, ausgeglühtes Eisen, welches aber nicht ohne Gefahr ist, weil es beim Arbeiten an den Wänden Funken reisst; deshalb ist die vorgeschlagene Verstählung der unteren Bahn nicht zu empfehlen, übrigens auch unnöthig. Wegen der Gefährlichkeit des Eisens hat man Stampfer aus Kupfer angewendet und entweder den ganzen Stampfer oder nur den Schuh daraus gefertigt, auch hat man den Schuh aus Bronce oder anderen weichen Metallgemischen gemacht; obwohl die kupfernen Stampfer sich einer sehr grossen Verbreitung erfreuen, lauten doch die Urtheile sehr verschieden, namentlich auf den Bergwerken bei Freiberg sehr ungünstig, weil sie sich zu schnell abnutzen.[23]) Hölzerne

[22]) Ebenda.

[23]) Gätzschmann a. a. O. S. 377.

Stampfer aus gut ausgetrocknetem Ahorn-, Roth- und Weissbuchenholz setzen sehr weiches Besatzmaterial voraus, nutzen sich sehr schnell ab und verziehen sich leicht. Stampfer aus Eschenholz, oben mit einem eisernen Knopf oder eiserner Handhabe versehen, wurden bei Versuchen auf Freiberger Gruben[24]) in Gebrauch genommen und gaben zufriedenstellende Resultate. Auf den Steinkohlengruben in Lothringen[25]) findet der hölzerne Stampfer sehr ausgedehnte Anwendung.

### 5. Die Räumnadel.

Die Räumnadel soll niemals aus Eisen gefertigt sein, weil durch sie das Funkenreissen noch viel leichter eintritt, als beim Stampfer, man macht sie daher aus Rothkupfer oder dessen Legirungen mit Zinn. Die Räumnadel ist konisch nach Unten zulaufend, muss eine geglättete Oberfläche haben, oben ist ein eiserner Ring angelöthet oder angenietet; sie wird ($^1/_4$ bis $^3/_8$ Zoll) $6^1/_2$ bis 10 Millimeter stark gemacht, bei weiten Bohrlöchern höchstens ($^1/_2$ Zoll) 13 Millimeter. Man hat Nadeln aus Legirungen von Zinn und Blei gefertigt, sie taugen ebenso wenig als Nadeln mit Ueberzügen aus weichen Metallcompositionen; auch hat man hölzerne Nadeln in Verbindung mit hölzernen Stampfern benutzt, doch sind sie ihrer Zerbrechlichkeit und des leichten Verziehens wegen nicht zu empfehlen, ebenso wenig aus Fischbein, die sich gleichfalls verziehen. Durchbohrte Nadeln, welche der beim Besetzen zusammengepressten Luft den Ausweg gestatten sollen, hat man versuchsweise bei Freiberg angewendet, doch waren sie zu schwach.

### 6. Hilfsgezähe.

Die Scheere (Kluppe), ein zangenartiges Instrument, dient zum Herausholen abgebrochener Stücke aus dem Bohrloche, erscheint überflüssig. — Der Letten- oder Trockenbohrer, eine kolbenartige, möglichst glatte Bohrstange, dient bei nassen Bohrlöchern dazu, die Wände mit Letten zu verschmieren, um sie für das Besetzen trocken zu erhalten; sie ist oben mit Oehr oder Handgriff versehen, auch hat man wohl einen Schlüssel, um die Stange zu drehen. — Eine Bohrscheibe aus Pappe oder Filz wird auf den Bohrer gesetzt und bedeckt bei nassgebohrten Löchern die Mündung, um den herausspritzenden Schmand von der Hand des Arbeiters abzuhalten. — Der Bohrtrog dient zur Herbeibringung des Wassers, mit dem man das Loch füllt, um nass zu bohren.

---

[24]) Förster in Jahrbuch f. d. Berg- u. Hüttenmann auf d. J. 1864. Freiberg. S. 230.

[25]) Levy: über Sprengarbeit in d. berg- u. hüttenm. Ztg. von Kerl und Wimmer. Leipzig 1864. S. 97.

### *b.* Sprengmaterialien.[26])

#### 1. Gewöhnliches Schiesspulver.

Das gewöhnliche Schiesspulver ist bis vor Kurzem das Hauptsprengmaterial gewesen und hat auch zur Zeit noch eine sehr verbreitete Verwendung. Das Pulver von normaler Zusammensetzung entspricht nach der Theorie der chemischen Formel $= \dot{K}\ddot{\ddot{N}} + 3C + S$ in der Voraussetzung, dass sich bei der Entzündung N, $3\ddot{C}$, KS bilden sollen; in Procenten ausgedrückt enthält das normale Pulver 74,84 Procent Salpeter, 11,84 Procent Schwefel und 13,32 Procent Kohlenstoff, von welcher Masse 1 Gramm 330,92 Kubikcentimeter Gas giebt. In der Wirklichkeit gestalten sich aber die Verbrennungsprodukte wesentlich anders, wobei theils die vorhandene Feuchtigkeit, theils der Gehalt der Kohle an Sauerstoff und Wasserstoff mitwirken.[27]) Bunsen und Schischkoff fanden bei Untersuchung eines Jagdpulvers,[28]) welches bestand aus

| | | | |
|---|---|---|---|
| Salpeter | | | = 78,99 pCt. |
| Schwefel | | | = 9,84 „ |
| Kohle = | Kohlenstoff | = 7,69 pCt. | = 11,27 „ |
| | Wasserstoff | = 0,41 „ | |
| | Sauerstoff | = 3,07 „ | |
| | | | 100,00 pCt. |

folgende Zusammensetzung:

| | des Rückstandes | des Pulverrauchs |
|---|---|---|
| schwefelsaures Kali | 56,62 pCt. | 65,29 pCt. |
| unterschwefligtsaures Kali | 7,57 „ | 4,90 „ |
| kohlensaures Kali | 27,02 „ | 23,48 „ |
| Schwefelkalium | 1,06 „ | — „ |
| Kalihydrat | 1,26 „ | 1,33 „ |
| Cyankalium | 0,86 „ | 0,55 „ |
| Salpeter | 5,19 „ | 2,48 „ |
| Kohle | 0,97 „ | 1,86 „ |
| kohlensaures Ammonium | — „ | 0,11 „ |
| | 100,55 pCt. | 100,00 pCt. |

[26]) C. Luckow: Ueber Sprengpulver und Sprengpulver-Surrogate mit bes. Berücksichtigung eines neuen, von der Firma: Gebr. Krebs & Comp. in Deutz bei Cöln unter dem Namen: „verbesserter Lithofracteur" in den Handel gebrachten Sprengmaterials. Deutz 1869. — Trauzl: explosive Nitrilverbindungen, insbesondere Dynamit und Schiesswolle, deren Eigenschaften und Verwendung in der Sprengtechnik. Wien 1870. — Henry in Annales des mines t. 19. p. 2. — Breslauer Gewerbeblatt. Organ des Breslauer und schlesischen Central-Gewerbevereins. Redacteur: Dr. Fiedler. Breslau 1871. S. 17.

[27]) R. Bunsen und L. Schischkoff in Poggendorf Annalen Bd. 102. S. 321.

[28]) Chemisches Centralblatt 1858. S. 307.

der Gase

| | | |
|---|---|---|
| Kohlensäure | = | 52,67 pCt. |
| Stickstoff | = | 41,12 „ |
| Kohlenoxydgas | = | 3,88 „ |
| Wasserstoff | = | 1,21 „ |
| Schwefelwasserstoff | = | 0,60 „ |
| Sauerstoff | = | 0,52 „ |
| | | 100,00 pCt. |

Hiernach liefert 1 Gramm dieses Pulvers nur 193,1 Kubikcentimeter Gas d. i. noch nicht ²/₃ der theoretischen Menge.

Die Verbrennungstemperatur des Pulvers beträgt 619,5 Grad Celsius, und die Flammentemperatur des Pulvers, dessen Gase sich im geschlossenen Raume entwickeln, 3340 Grad Celsius. Der Druck der Gase beträgt sicher nicht mehr als 4500 Atmosphären, wenn er auch von Einzelnen zu 50 bis 100000 Atmosphären angegeben wird. Die theoretische Arbeit von 1 Kilogramm Pulver ist 67,410 Kubikmeter, Combes[29]) vergleicht sie mit einer Leistung, durch welche 35,913 Kilogramm auf 1 Meter Höhe gehoben werden, desgl. giebt Poncelet 38,354 Kilogramm an.

Das Grubenpulver enthält im Allgemeinen weniger Kalisalpeter als Kriegspulver und ist weniger lebhaft (vive), weil es nicht fortschleudern, sondern die Massen nur erschüttern und lockern soll. Verschiedene Analysen geben für österreichisches Pulver 75 pCt. Salpeter, 10 pCt. Schwefel, 15 pCt. Kohle, für preussisches Kriegspulver nach Magnus 75 pCt. Salpeter, 12½ pCt. Schwefel, 12½ pCt. Kohle, nach Gottlieb 75 pCt. Salpeter, 11½ pCt. Schwefel, 13½ pCt. Kohle. In Frankreich[30]) ist die Zusammensetzung:

| | Salpeter | Schwefel | Kohle |
|---|---|---|---|
| für Kriegspulver | 75 pCt. | 12½ pCt. | 12½ pCt. |
| für Jagdpulver | 78 „ | 10 „ | 12 „ |
| für Sprengpulver | 65 „ | 20 „ | 15 „ |

Das auf den Mansfeldischen Bergwerken[31]) angewendete Grubenpulver enthält 66,36 pCt. Salpeter, 11,75 pCt. Schwefel, 20,95 pCt. Kohle mit 0,93 pCt. Wasser; auf den Bergwerken am Harz verwendet man aus der Lautenthaler Pulvermühle Pulver mit

| | a | d | e |
|---|---|---|---|
| Salpeter | 63,12 pCt. | 61,94 pCt. | 64,32 pCt. |
| Schwefel | 26,44 „ | 16,56 „ | 16,24 „ |
| Kohle | 19,18 „ | 20,04 „ | 17,76 „ |
| Wasser | 1,30 „ | 1,38 „ | 1,67 „ |

²⁹) Combes: traité de l'exploitation des mines. Paris 1844. t. I. p. 283.
³⁰) Combes ebenda S. 280.
³¹) Dingler polyt. Journ. Bd. 146. S. 234.

wovon a die stärkste Sorte mit grobem und mittlerem Korn, e die schwächste Sorte mit feinstem Korn ist.

Die Eigenschaften eines guten Pulvers bestehen in der Gleichmässigkeit des Korns, welche eine gleichmässige Entzündung herbeiführt und durch das Auge zu beurtheilen ist, in der Härte des Korns, welche man durch einen Versuch, das Pulver in der hohlen Hand zu zerdrücken, prüft; ferner muss es frei von Staub sein, was man durch Hin- und Herrollen mehrerer Körner auf weissem Papier untersucht, endlich muss es trocken sein, weil feuchtes Pulver eine geringere Wirkung hat, indess lässt sich feuchtes Pulver vorher trocknen, wiewohl es nach einer vollständigen Durchnässung durch die Trocknung die früheren Eigenschaften nicht wieder erhält; daher muss man die Pulvervorräthe bei der Aufbewahrung durch sorgsame Verpackung in Fässern oder Ledersäcken vor Feuchtigkeit bewahren. Polirtes Pulver entzündet sich schwerer und leistet weniger, rauhes, splitteriges, nicht rundes entzündet sich schneller, ist aber weniger dauerhaft und giebt mehr Staub. Versuche[32]) haben ergeben, dass die Grösse des Pulverkorns auf den Effect Einfluss übt, und dass das feinere, etwa durch ein Sieb von 3 Millimeter Lochkaliber hindurchgegangene eine grössere Wirkung auf der Schlagprobe äusserte, als das auf dem Sieb zurückgebliebene Korn; je feiner das Pulver ist, ein um so grösseres Gewicht zeigt die Volumeneinheit, und da das Pulver nach Gewicht bezahlt, aber nach dem Volumen gebraucht wird, so muss man beim Gebrauch von feinem Pulver geringere Quantitäten anwenden und wird dann geringere Kosten haben. In Betreff der Aufbewahrung des Pulvers bestehen in Preussen besondere Polizeivorschriften, die sich namentlich über die Stellung der Pulverthürme auslassen, auch Bestimmungen über die in Privathäusern zu bewahrenden Quantitäten enthalten; Pulverthürme müssen mit Blitzableitern versehen werden.

Das Probiren der Stärke des Pulvers erfolgt iu verschiedener Weise. Die Mörserprobe wird wohl nur für Kriegspulver angewendet. Ein kleiner Mörser, der unter 45 Grad Neigung aufgestellt wird, erhält in besonderer Kammer ein abgewogenes Quantum Pulver, auf den Rand der Kammer wird eine Kugel von Kupfer oder Bronce von bestimmtem Gewicht ohne Pflaster aufgelegt, wobei das Pulver nicht gedrückt werden darf; dabei ist entscheidend die durch das Pulver bewirkte horizontale Wurfweite der Kugel.[33]) Die Stangenprobe wird in den Bergwerksmagazinen am Harz, in Freiberg sehr häufig benutzt. Ein auf fester Unterlage stehender kleiner Mörser a, Fig. 90, trägt eine Platte b von bestimmtem Gewicht, welche in zwei auf dem Rande des Mörsers befindlichen Stangen cc ihre Führung hat; aus der Platte erhebt sich eine gezahnte Stange d, welche mittelst eines Steges e gleichfalls durch die Seitenstangen

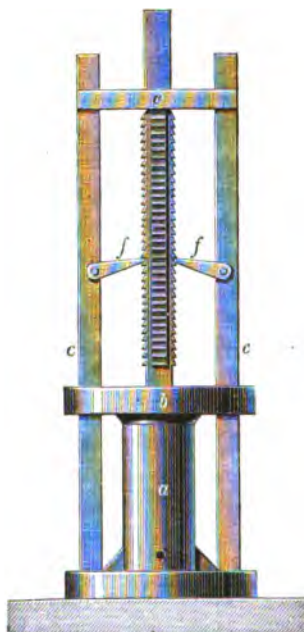
---

[32]) Berggeist. Jahrg. 1867. S. 133, auch: österr. Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenwesen 1867. S. 191.

[33]) Combes a. a. O. S. 281.

geführt wird; von den letzteren gehen nach der gezahnten Stange zwei Sperrklinken ff, die gezahnte Stange enthält eine Skale. Wird das in dem Mörser befindliche Pulver durch das Zündloch entzündet, so wird die Platte

Fig. 90.




mit der Stange in die Höhe getrieben und auf dem höchsten Punkte durch die Sperrklinken zurückgehalten, so dass man die Wurfhöhe ablesen kann. Die Pistolenprobe besteht aus einem pistolenartigen Lauf, dessen Mündung durch eine Platte geschlossen ist; dieselbe sitzt an dem Umfange eines durch eine Feder zurückgehaltenen Rades, an welchem sich eine Gradeintheilung befindet. Das Pulver wirft bei der Entzündung die Platte zurück, so dass man am Rade das Maass der Zurückwerfung ablesen kann. Andere Proben messen die Stärke des Pulvers durch den Rückstoss, so z. B. die Pendelprobe u. a. m., doch sind auf den Bergwerken die beschriebenen die gebräuchlichsten.

Es sei hier noch erwähnt, dass Gale[34]) ein Verfahren angegeben haben soll, das Pulver nicht explodirbar zu machen, um es ohne Gefahr transportiren, aufbewahren, ja in's Feuer bringen zu können. Man erhitzt gewöhnliches Glas bis zum Weissglühen, bringt es in kaltes Wasser, wodurch es alle Elasticität verliert, pulverisirt es fein und mischt es mit dem Pulver im Verhältniss von 2 : 1, 3 : 1, 4 : 1, je nachdem man das Pulver

[34]) Pulver von Gale in berg- u. hüttenm. Ztg. von Kerl und Wimmer. 1866. S. 310.

nur unexplodirbar oder geradezu unbrennbar machen will. Um es wieder in brauchbaren Zustand zu versetzen, wird das Gemenge über ein kupfernes Sieb gebracht, durch welches der Glasstaub hindurchfällt, das Pulver zurückgehalten wird. Versuche,[35]) welche mit diesem Pulver von dem englischen Feldzeugamt zu Hastings angestellt wurden, sollen die vollständige Unexplodirbarkeit dieses Gemenges nachgewiesen haben. Nach neueren Mittheilungen[36]) soll diese Erfindung nicht nur schon viel früher von Anderen gemacht worden, sondern sie soll auch ganz unbrauchbar sein, weil das Pulver in der That nicht unexplodirbar wird, weil ferner das Absieben des Glasstaubes nur bei gröberen Pulversorten möglich ist, ausserdem das Pulver beschädigt wird und der Glasstaub Feuchtigkeit anzieht.

### 2. Andere Pulversorten.

*aa.* Gemengtes Pulver. Im Jahre 1817 erhielt man die Nachricht, dass man in Brasilien durch Mengen des Pulvers mit dem Mehl der Jatropha manihot Ersparniss an Pulverkosten erzielt habe; Versuche, welche auf der Bleierzgrube Friedrich in Oberschlesien[37]) durch Mengung des Pulvers mit Sägespänen angestellt wurden, andere Versuche durch Mengung mit Lycopodium, Colophonium und dergleichen mehr schienen dies zu bestätigen, indem man ein Drittel des früheren Pulververbrauchs als erspart nachwies. An anderen Orten zeigten sich sehr verschiedene Resultate, während man auf der Friedrichsgrube die Versuche mit gutem Erfolge $2\frac{1}{2}$ Jahre lang fortsetzte, wobei man das Pulver mit einer gleich grossen Quantität Sägespäne mischte. Neuere Versuche auf der Friedrichsgrube,[38]) bei denen man ausser mit Sägespänen auch mit Hornspänen, Messingfeile, Bohnen-, Gerste-, Buchweizen-, Hafer- und Roggenspreu das Pulver mischte, haben aber ergeben, dass die Kraftverstärkung gering, fast verschwindend ist, keineswegs der Entwickelung von Dämpfen aus den Sägespänen zugeschrieben werden kann, weil sonst Hornspäne sehr viel hätten leisten müssen und gewiss mehr als Messingfeilspäne, was aber durch die Versuche nicht bestätigt wurde; allenfalls kann man annehmen, dass die Sägespäne eine schnellere und gleichmässigere Verbrennung des Pulvers und dadurch bessere Wirkung veranlassen. Die Mischung mit gebranntem Kalk, welche angeblich in Nordamerika eingeführt sein soll, verringert die Wirkung, wenn Kalk und Pulver zu gleichen Theilen gemengt werden, bei Zusatz von $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{8}$, $\frac{1}{12}$ Kalk ist die Wirkung immer geringer, als wenn statt Kalk Sägespäne genommen werden. Wo grosse Erfolge

---

35) The Mechanics' Magazine 1866. S. 391.

36) Berg- u. hüttenm. Ztg. von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1867. S. 288. Berggeist 1867. S. 301.

37) Thürnagel: Pulverersparung auf der Friedrichsgrube durch Einführung des Schiessens mit einem Gemenge von Pulver und Sägespänen in Karsten Archiv 1820. Bd. II. Heft 1. S. 127.

38) Thürnagel: Karsten Archiv 1824. Bd. VIII. Heft 1. S. 140.

erzielt sind, rührten diese sicher daher, dass man früher zu viel Pulver nahm. Uebrigens aber kann unter Umständen die Auflockerung des Pulvers durch Zusatz von Sägespänen gut sein, auch wird der Entwendung vorgebeugt, weshalb man auf den Gruben im Königreich Polen noch jetzt das Pulver mengt. Als Uebelstände bleiben immer zurück, dass man tiefere Löcher nöthig hat, dass die Schüsse häufiger abschlagen, dass die Gefahr des Nachglimmens der Sägespäne vorliegt.

*bb.* Bei dem Pulver von Davey,[39]) Mitglied der Firma Bickford, Smith & Davey, wird ein Theil der Kohle durch Mehl, Kleie, Stärke oder eine andere schleimige Substanz ersetzt, wodurch man die Gefahr bei der Bereitung beseitigen will. Der Salpeter wird in Wasser aufgelöst, so dass durch die Mengung mit Schwefel, Kohle und der schleimigen Substanz ein dicker Teig entsteht; dieser wird durch Walzen oder durch ein Sieb, entsprechend der beabsichtigten Korngrösse, hindurchgedrückt. Die dadurch gebildeten Streifen der Masse gelangen auf ein Tuch ohne Ende, auf welchem sie langsam durch die Trockenkammer geführt werden; die getrocknete Masse wird zwischen hölzernen Trommeln gebrochen. Das Pulver ist matt, ohne Glanz, soll aber 37 pCt. Ersparniss dem Gewicht nach geben, bei gleichem Gewicht ist es wohlfeiler, als gewöhnliches Pulver, weil weniger Salpeter nöthig ist und die Darstellung schneller geschieht; es soll weniger Rauch geben und geringere Gefahren vor Explosionen mit sich führen. (?)

*cc.* Lithofracteur,[40]) weisses Sprengpulver, besteht aus einem Gemenge von grob gemahlenem Salpeter und Schwefel und statt der Kohle aus einer Substanz, die eigenthümlich, wahrscheinlich mit Salpetersäure behandeltes Holzsägemehl oder Kleie zu sein scheint. Es ist schwer entzündlich, denn in einem Streifen hingeschüttet brennt es, wenn man es an einem Ende anzündet, nur langsam weiter und erlischt wohl, bevor es das andere Ende erreicht; daher muss man beim Gebrauch zur Entzündung Zündschnur anwenden, welche zur Erzeugung einer schnelleren Wirkung am Ende, mit dem sie in der Patrone steckt, (4 Zoll) 105 Millimeter lang aufgeschlitzt wird. Auf den Gruben zu Moresnet, sowie Centrum bei Eschweiler sind die Versuche günstig ausgefallen, das Pulver zerreisst das Gestein ohne bedeutende Erschütterung und ohne die Massen weit umherzuschleudern; in Oberschlesien dagegen hatte man nur in ganz festem Gestein und bei Anwendung eines sehr engen Zündkanals einigermassen günstige Resultate, im klüftigen Gestein und in der Kohle verbrannte das Pulver ohne Effect. — Der weiter unten zu erwähnende verbesserte Lithofracteur ist mit dieser Substanz nicht identisch.

---

[39]) Davey's Verfahren der Fabrikation von Sprengpulver in Berggeist. 1861. S. 266.

[40]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 7. A. S. 176.

*dd.* Das chemische Schiesspulver von Schultze[41]) basirt darauf, dass der Schwefel überflüssig gemacht und der Kohlenstoff nicht als Kohle, sondern als Holz zur Anwendung gelangt. Das Holz wird mittelst Maschinen in kleine Cylinder, ähnlich dem gewöhnlichen Pulverkorn, und nach dem beabsichtigten Gebrauch in verschiedene Grössen getheilt, von Säuren und leicht löslichen Salzen, demnächst von Proteïn und Albumin befreit, mit concentrirter Salpetersäure und Schwefelsäure behandelt. Die so vorbereiteten Holzkörner werden zu einer beliebig späteren Zeit mit sauerstoff- und stickstoffhaltigen Salzen gesättigt, wozu der Erfinder Kalisalpeter oder Barytsalpeter oder ein Gemisch von beiden wählt; nach der Sättigung wird das Pulver getrocknet, in einer Siebtrommel von Staub befreit.[42]) Dieses Pulver besitzt vor dem gewöhnlichen den grossen Vorzug, dass es angefeuchtet und wieder getrocknet seinen früheren Wirkungsgrad behält und deshalb ohne Gefahr transportirt und aufbewahrt werden kann, wenn man es nur feucht erhält und genügende Vorrichtungen zum Trocknen vor dem Gebrauch trifft. Ausserdem ist es fast dreimal leichter, als gewöhnliches Schiesspulver, aber von grösserem Effect, so dass man die Bohrlöcher nur mit (1 bis 2 Zoll) 26 bis 52 Millimeter mehr Ladung zu versehen braucht, um dasselbe Resultat wie mit dem sonst gebräuchlichen Volumen gewöhnlichen Pulvers zu erreichen; hiernach leisten $33\frac{1}{3}$ bis 40 Pfund des Pulvers von Schultze dasselbe, wie 100 Pfund gewöhnlichen Pulvers, so dass der bis jetzt hohe Preis von 34 Thlr. für den Centner vollständig zum Ausgleich kommt. Ferner sind die Verbrennungsgase der Respiration der Arbeiter viel weniger nachtheilig, auch ist der Rückstand nur unbedeutend, so dass das Pulver bei Arbeiten, wo die Schwärzung des Gesteins von Nachtheil ist, wie z. B. bei der Gewinnung von Steinsalz, zweckmässiger Verwendung findet.[43]) Alle diese erheblichen Vorzüge sollten diesem Pulver einen schnellen Eingang auf den Bergwerken verschaffen, und in der That sind die ersten Versuche überall nur höchst günstig ausgefallen,[44]) wie auch die zahlreichen amtlichen Atteste, welche der Schrift von Schultze beigefügt sind, zur Genüge darthun. Dessenungeachtet hat sich das Pulver einer ausgebreiteten Anwendung nicht zu erfreuen, weil an verschiedenen Punkten plötzliche und unerwartete Explosionen eingetreten sind, die den Arbeitern verderblich wurden, obwohl das Pulver, wenn es nicht in dicht abgeschlossenem Raum sich befindet, ohne Detonation mit blauer Flamme verbrennt. Versuche mit diesem Pulver bei dem Mansfeldischen Kupferschieferbergbau sind ökonomisch recht günstig ausgefallen; im Widerspruch hiermit sind die Resultate bei dem Steinsalzbergbau in Stassfurt und dem

[41]) Ed. Schultze: Das neue chemische Schiesspulver und seine Vorzüge vor dem schwarzen Schiesspulver. Berlin 1865. Verlag v. Otto Janke.

[42]) Dingler polyt. Journal Bd. 175. S. 453.

[43]) Schultze's weisses Schiess- und Sprengpulver in berg- und hüttenm. Zeitung v. Kerl u. Wimmer. 1864. S. 348.

[44]) Berggeist 1862. S. 314. — Allgem. berg- u. hüttenm. Zeitung v. Hartmann. 1862. S. 411.

Kalksteinbruchbetrieb bei Rüdersdorf in finanzieller Beziehung unbefriedigend gewesen. Auch in anderen Revieren haben die Leistungen des Pulvers nicht zu allgemeinerer Anwendung geführt. Insbesondere aber waren die belästigenden Verbrennungsgase, welche Brustbeklemmungen und Uebelkeiten erregen, einer Ausdehnung des Gebrauchs beim unterirdischen Betriebe hinderlich.[45])

*ee.* Auf einem Steinkohlenbergwerke zu Brandeisl[46]) wurde eine neue Art Sprengpulver versuchsweise in Anwendung gebracht, welches eine gelblich weisse Farbe hatte und von mehliger Substanz war, es scheint aus 16 Theilen Salpeter, 2 Theilen Schwefel und 3 Theilen Zucker zu bestehen, die in trockenem Zustande und mechanisch gemengt sind, der Zucker soll die Kohle im schwarzen Pulver ersetzen. Beim Entzünden brennt es langsamer und entwickelt weniger Rauch, doch hinterlässt es grössere Rückstände als gewöhnliches Pulver.

*ff.* Das Pulver von Küp[47]) in Mühlheim a. d. Ruhr ist eine mehlige, schwarze Substanz, die sich in ihrer Zusammensetzung wenig von dem gewöhnlichen Pulver zu unterscheiden scheint, die aber vor diesem die vortreffliche Eigenschaft besitzt, nicht plötzlich zu explodiren, sondern langsam abzubrennen und durch die Expansion der erhitzten Gase zu wirken, auch nichts an Kraft zu verlieren, wenn sie feucht geworden ist. Durch diese Eigenschaften werden die Gefahren bei der Anfertigung, dem Transport, der Aufbewahrung und dem Gebrauch vermindert, wo nicht beseitigt. Die Wirkung scheint vor weiten Abbaustössen und bei geringer Gesteinspannung die des gewöhnlichen Pulvers zu übertreffen, namentlich hat es den Vorzug, dass es nicht schleudert, sondern nur reisst, wodurch es beim Steinkohlenbergbau zur Gewinnung von Stückkohlen empfehlenswerth wird; auch soll es, was noch weiter zu constatiren bleibt, weniger Rauch entwickeln. Dagegen ist bei Ortsbetrieb und grosser Gesteinspannung die Wirkung geringer, häufig versagen die Schüsse, was bei der langsamen Verbrennung für die Arbeiter von Gefahr ist, auch erschwert die backende Eigenschaft die Aufbewahrung in Beuteln und das Einschütten in die Patronen. Es ist in drei verschiedenen Sorten dargestellt: die erste von weisslich-gelber Farbe zum Preise von 22 Sgr. für das Kilogramm, die zweite von grauschwarzer Farbe für 8 Sgr., die dritte von gleicher Farbe für $7\frac{1}{2}$ Sgr. Die erste Sorte ist wegen des hohen Preises gar nicht zu ausgedehnter Anwendung gelangt, ebenso wenig die dritte Sorte wegen des üblen Geruchs der sich bei der Verbrennung entwickelnden Gase. Dagegen sind grössere Versuche mit der zweiten Sorte, Alcaloxyd genannt,

[45]) Versuche und Verbesserungen bei dem Bergwerksbetriebe in Preussen, in den Jahren 1863 bis 1867, in Zeitschr. f. Berg-, Hütten- u. Salinenwesen. Bd. 16. B. S. 315.

[46]) Berggeist 1862. S. 302.

[47]) Allgem. berg- u. hüttenm. Zeitung von Hartmann. 1863. S. 397. — Berg- u. hütteum. Zeitung von Kerl u. Wimmer. 1864. S. 151.

in fast allen preussischen Bergrevieren angestellt, welche nicht zur Einführung des Pulvers in den regelmässigen Gebrauch geführt haben.[48])

*gg.* Das Pulver von Neumeyer[49]) in Taucha bei Leipzig scheint dem Küp'schen sehr ähnlich zu sein und wird von dem sächs. altenb. Berginspector Wohlfahrt warm empfohlen, auch sind Versuche auf der Steinkohlengrube König in Oberschlesien recht günstig ausgefallen; es soll 75 pCt. Salpeter, $6\frac{1}{4}$ pCt. Schwefel, $18\frac{3}{4}$ pCt. Kohle, also weniger Schwefel, mehr Kohle, als gewöhnliches Pulver enthalten. Das Pulver verbrennt, aber explodirt nicht beim Zutritt der Luft und entzündet sich nicht durch Stoss oder Druck, so dass es ohne Gefahr transportirt und aufbewahrt werden kann; es soll dieselbe, wenn nicht grössere Wirkung als gewöhnliches Pulver haben, weniger Rückstand zurücklassen, weniger Rauch verursachen, der leicht sein, schneller abziehen und ohne schädliche Einwirkung für die Arbeiter sein soll. Die letztgenannten Vorzüge wird eine ausgedehntere Anwendung noch zu bestätigen haben. — Die fortgesetzten Versuche[50]) haben nicht ergeben, dass dieses Pulver vor dem gewöhnlichen schwarzen Pulver den Vorzug verdient; wenn sie auch auf einzelnen Gruben, wie auf der Königsgrube in Oberschlesien, auf den Mansfelder Gruben und bei dem Steinsalzbergbau in Stassfurt, nieht ungünstig ausfielen, so sind namentlich bei der Kalksteingewinnung zu Rüdersdorf die Resultate ökonomisch nicht empfehlenswerth gewesen. Die Dämpfe dieses Pulvers scheinen zwar weniger lästig, als die des gewöhnlichen zu sein, auch sind die Rückstände unbedeutend, es verliert aber durch seine hygroskopische Eigenschaft — wie das Küp'sche Pulver und das Haloxylin — an Wirksamkeit und ist, wie diese Pulversorten, in zerklüftetem und mit Schlechten durchzogenem Gebirge fast wirkungslos.

*hh.* Das Haloxylin ist ein in Oesterreich mehrfach versuchtes Pulver, in welchem kein Schwefel enthalten und die Kohle durch Holz oder andere Pflanzenfaser ersetzt zu sein scheint.[51]) Es zeigt ganz ähnliche Eigenschaften, wie die beiden vorhergenannten Arten: wenig und unschädliche Verbrennungsgase, Neigung zur Anziehung von Feuchtigkeit, bessere Wirkung im geschlossenen, als im zerklüfteten Gestein. Einen ökonomischen Vorzug vor gewöhnlichem Pulver haben die auf preussischen Bergwerken angestellten Versuche[52]) nicht ergeben. Dem Haloxylin wird der Vorzug nachgerühmt, dass es an der Luft nicht explodire, sondern langsam verbrenne, also ungefährlicher sei, als gewöhnliches Pulver; um so mehr muss die

[48]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 16. B. S. 314.

[49]) Schiess- und Sprengpulver von G. A. Neumeyer. Leipzig, bei W. B. Naumburg. — Berg- u. hüttenm. Zeitg. v. Kerl u. Wimmer. 1866. S. 309. — Dingler polyt. Journal Bd. 184. S. 163.

[50]) Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure Bd. 13. S. 337. — Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen a. a. O. S. 317.

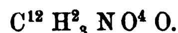
[51]) Oesterr. Zeitschr. für Berg- u. Hüttenwesen. 1866. S. 5, 30, 361. — Ebenda 1867. S. 105. — The Mechanics' Magazine 1867. pag. 403.

[52]) Zeitschr. f. Berg-, Hütten- u. Salinenwesen Bd. 16. B. S. 315.

Explosion einer Haloxylinfabrik von Anders und Fehleisen bei Winterberg in Böhmen in Erstaunen setzen, deren Veranlassung nicht aufgeklärt ist.

*ii.* Das Sprengpulver von Designolle[53]) hat zu den Zwecken des Sprengens eine Mischung von pikrinsaurem Kali und Kalisalpeter, während bei der Verwendung als Schiesspulver noch Kohle hinzugesetzt wird; es ist hier also die Pikrinsäure das Agens, während der Schwefel des schwarzen Pulvers, mit welchem es in seiner Zusammensetzung sonst Aehnlichkeit hat, beseitigt ist. Die Vortheile des Pulvers sollen darin bestehen, dass die Verbrennungsprodukte — kohlensaures Kali, Stickstoff und Wasserdampf — vollständig unschädlich sind, und dass man es durch grösseren oder geringeren Zusatz von pikrinsaurem Kali in der Hand hat, die Wirkung des Pulvers zu bestimmen, indem man 10 Stufen fabricirt, mit einem Gehalt von 8 bis 20 Procent pikrinsaurem Kali, deren unterste Stufe die Wirkung des Schwarzpulvers hat. Die Fabrikation ist der des schwarzen Pulvers ganz gleich. Ueber die mit dem Gebrauch des Pulvers verbundene Gefährlichkeit, sowie über die Leistungen beim Grubenbetriebe sprechen die Quellen nicht.

Zu erwähnen dürfte noch sein, dass die Pikrinsäure eine Zusammensetzung von Kohlenstoff, Stickstoff, Wasserstoff und Sauerstoff ist, ausgedrückt durch die Formel



$$C^{12}\,H^{2}_{3}\,N\,O^{4}\,O.$$

Dieselbe wurde schon im Jahre 1788 durch Hausmann in Colmar unter dem Namen Indigbitter dargestellt, später in anderer Weise von Walter, welcher schon damals den Gedanken an eine Verwendung des pikrinsauren Kali's als Schiesspulver hatte. Liebig erläuterte 1828 den Indigbitter als eine Kohlenstickstoffsäure, welche nach Laurent als Phenylsäure zu betrachten ist, in welcher 3 Aequivalente Wasserstoff durch 3 Aequivalente Untersalpetersäure ersetzt sind, weshalb er sie Trinitrophenylsäure nannte, während dieselbe jetzt allgemein Pikrinsäure genannt wird.

*kk.* Das Ammoniakrut.[54]) Das also benannte Sprengmittel ist bisher noch wenig beim Grubenbetriebe zur Anwendung gelangt; seine Zusammensetzung ist nicht bekannt, sie scheint der des vorhergehend erwähnten Pulvers ähnlich zu sein, nur dass an Stelle des pikrinsauren Kali's pikrinsaures Ammoniak getreten ist. Es ist erfunden von dem schwedischen Chemiker Norrbin. Dasselbe ist schwarz, etwas teigartig und nicht ganz leicht, feucht und klebt zusammen; es ist durch eine Flamme sehr schwer entzündlich und explodirt nur durch Stoss, woraus

---

[53]) Bulletin de la société d'Encouragement. 1868. S. 714. — Berg- und hüttenm. Zeitg. von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1869. S. 296. — Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 17. C. S. 3. — Dingler polyt. Journal. Bd. 192. S. 67. — The Practical Mechanic's Journal. London 1868/69. S. 129.

[54]) Berg- u. hüttenm. Zeitung v. Kerl u. Wimmer. Leipzig 1869. S. 244. Jahrg. 1870. S. 334. — Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen in Preussen. Bd. 17. C. S. 4. — Der „Naturforscher". Berlin 1869. S. 16. — Polyt. Centralblatt. 1869. S. 67. — The Mechanics' Magazine. London 1869. S. 246.

seine Gefahrlosigkeit gefolgert wird; es soll auch bei niedriger Temperatur nicht zusammenballen und nicht fest werden, was als ein Vorzug gegen Dynamit angepriesen wird. Die angestellten Versuche geben eine sehr kräftige Wirkung bei der Explosion; über die Wirkung der Verbrennungsprodukte ist nichts bekannt. Bemerkt wird, dass es beim Lagern der Zersetzung unterworfen ist, woraus denn wohl die Nichtverwendbarkeit beim Grubenbetriebe zu folgern ist. Nach den auf schwedischen Gruben vorgenommenen Versuchen ist die Wirkung beträchtlich grösser, als die des Dynamits; bei längerem Lagern soll es Feuchtigkeit anziehen und an Sprengkraft einbüssen, es soll hier bei niedriger Temperatur gefroren und beim Aufthauen unbrauchbar geworden sein, was also die Verwendbarkeit beim Grubenbetrieb gleichfalls ausschliessen würde.

### 3. Nitrilverbindungen als Sprengmittel.

#### *aa.* Nitroglycerin oder Sprengöl.

Eine der erfolgreichsten Erfindungen, welche in der Neuzeit dem Bergwerksbetrieb zugeführt sind, ist die von Alfred Nobel zu Hamburg im Grossen unternommene Darstellung des Sprengöls oder des Nitroglycerins.[55] Dennoch ist dasselbe in flüssiger Form als Sprengöl zur Zeit wohl überall als nicht mehr in Anwendung zu bezeichnen; in Belgien, Schweden, Oesterreich ist seine Benutzung polizeilich untersagt; wenn dies in anderen Ländern noch nicht geschehen ist, so hat man wohl davon Abstand genommen, weil das Sprengöl faktisch nicht mehr in den Handel gebracht wird. Die grosse Neigung zu Explosionen auf dem Transport und bei der Handhabung der mit Sprengöl gefüllten Kisten oder Körbe[56]) durch geringen Stoss, die Gefährlichkeit bei dem Erstarren des Sprengöls, welche schon bei + 4 Grad Celsius eintritt, die spontane Zersetzung beim Aufbewahren, welche das Sprengöl zur Selbstexplosion geneigt macht, die dem Organismus schädliche Berührung der Flüssigkeit, welche bei dem Gebrauch durch die Arbeiter sehr leicht ermöglicht wird, die Gefahr, welche aus der Nichtbeseitigung der mit Sprengöl gefüllt gewesenen Gefässe hervorgeht und unerwartete Explosionen herbeigeführt hat — diese und andere Momente haben die Unbrauchbarkeit dieses sonst sehr schätzenswerthen Sprengmittels erwiesen und um so mehr zu seiner Beseitigung geführt, als es der rastlosen Thätigkeit des Fabrikanten Nobel gelungen ist, an Stelle des flüssigen Sprengöls in dem Dynamit einen pulverförmigen Körper zu setzen, in welchem dem Nitroglycerin ein fester Träger gegeben ist und welcher bei nicht geringerer Leistung, als die des Nitroglycerins, fast absolut gefahrlos ist, und als andere Fabrikanten bemüht sind, ähn-

---

[55]) Dr. List: über das Nitroglycerin, seine Eigenschaften und seine Anwendung in Zeitschr. des Vereins deutscher Ingen. Bd. 11. S. 501 u. ff. — Geh. Bergrath Dr. Burkart im „Berggeist". Köln 1870. S. 351.

[56]) The Mechanics' Magazine Bd. 89. S. 2. Bd. 91. S. 2.

liche mit Nitroglycerin getränkte Sprengmittel darzustellen, wie es mit dem Dualin, dem verbesserten Lithofracteur u. a. m. bereits geschehen ist.

Das Nitroglycerin[57]) ist seit 20 Jahren bekannt, wo es zuerst von Sombrero im Laboratorium von Pelouze in Paris dargestellt wurde, man erkannte schon damals seine explosive Kraft, doch fand man die Darstellung mit zu grosser Gefahr verbunden und hielt eine technische Verwendung für unerreichbar, da es nicht wie Pulver durch unmittelbare Entzündung zur Explosion gebracht werden kann. Erst Alfred Nobel, Inhaber der Firma Alfred Nobel & Comp. zu Hamburg, unterwarf sich der Darstellung des Nitroglycerins im Grossen, und musste er den Gefahren der Bereitung selbst einen Sohn zum Opfer bringen, so hat er seitdem die Schwierigkeiten zu überwinden und die Gefahren, welche sich beim Transport, bei der Aufbewahrung und der Verwendung des Sprengöls nach und nach herausgestellt haben, zu beseitigen gesucht, und wenn ihm dies der Natur des Präparats gemäss auch nicht gelingen konnte, so hat er doch später diesen wichtigen Stoff in anderer Weise nutzbar gemacht.

Das Nitroglycerin ist eine Mischung von Salpeter- und Schwefelsäure mit Glycerin (Oelsüss) und wird in folgender Weise dargestellt.[58]) In einem in kaltem Wasser stehenden Ballon von Steingut mischt man rauchende Salpetersäure von 49 bis 50 Grad Baumé mit der doppelten Gewichtsmenge concentrirter Schwefelsäure; in einem anderen Gefässe wird kalk- und bleifreies Glycerin eingedampft, bis es 30 bis 31 Grad Baumé zeigt und nach vollständiger Erkaltung Syrupconsistenz hat, 3500 Gramm der Säuremischung füllt man in ein in kaltem Wasserbade stehendes Gefäss und giesst hierzu unter beständigem Umrühren 500 Gramm Glycerin, wobei man mit aller Sorgfalt darauf Bedacht nehmen muss, dass keine zu grosse Erwärmung der Mischung erfolgt, weil bei 180 Grad Celsius das Gemisch explodirt; es wird durch v. Dücker[59]) die Vermuthung ausgesprochen, dass eine bis dahin unaufgeklärte Explosion von Nitroglycerin zu Bochum während der Darstellung desselben erfolgt sei. Nachdem man das Gemisch 5 bis 10 Minuten hat ruhen lassen, mischt man es mit dem fünf- bis sechsfachen Volumen kalten Wassers, welches in rotirende Bewegung gesetzt wird, wobei das Nitroglycerin zu Boden sinkt; nachdem das Wasser abgegossen ist, wäscht man nochmals mit Wasser sorgfältig aus und hat nun nach der Beseitigung des Waschwassers das fertige Produkt, welches in Flaschen zur Versendung gefüllt wird. — Zur Beseitigung der Gefahr bei der Darstellung mischt E. Kopp[60]) nicht mehr die 48- bis

---

[57]) Nobel's Patent-Sprengöl (Nitroglycerin) in der allgem. Bauzeitung von H. u. E. v. Förster. Wien 1866. Literaturblatt S. 33.

[58]) Kopp: Ueber die Anwendung des Nitroglycerins in den Vogesensandsteinbrüchen bei Zabern (Elsass) in Dingler polyt. Journ. Bd. 182. S. 237.

[59]) v. Dücker: Ueber Gefährlichkeit und Ungefährlichkeit des Nitroglycerins im Berggeist 1867. S. 234.

[60]) Berg- u. hüttenm. Zeitung v. Kerl u. Wimmer. Leipzig 1869. S. 61.

49 grädige Salpetersäure der 66 grädigen Schwefelsäure bei, wobei sich die zu schweren Unglücksfällen Veranlassung gebenden salpetersauren Dämpfe entwickeln, sondern ladet die Salpetersäuredämpfe unmittelbar bei ihrer Bereitung in mit 66 grädiger Schwefelsäure gefüllte Woolf'sche Flaschen und stellt so eine fast gar nicht rauchende Salpeterschwefelsäure dar. Von diesem Säuregemisch thut er 1 bis 2 Liter in einen 3 bis 4 Liter haltenden gusseisernen oder stählernen Cylinder, welcher über die halbe Höhe in einem mit Wasser gefüllten Holzfasse steht; unter Umrühren giesst man das Glycerin langsam bei guter Abkühlung in den Cylinder, nach 7 bis 8 Minuten den Inhalt in das Holzfass, rührt gut um, decantirt das saure Wasser von dem zu Boden gesunkenen Sprengöl und giesst dieses in eine Glasflasche, welche am Boden tubulirt und oben mit Kautschuk und Quetschhahn geschlossen ist. Nach völligem Absetzen lässt man das Sprengöl in kleinere, für den Gebrauch bestimmte, umflochtene Flaschen ablaufen, ohne Wasser mit überzulassen, welches vielmehr zur nächsten Bereitung in das Holzfass gegossen wird. Man kann auf diese Weise 2 bis 3 Kilogr. Sprengöl in der Stunde darstellen, doch ist dasselbe nach Kopp nicht geeignet transportirt zu werden, sondern muss nach wenigen Tagen und an Ort und Stelle verbraucht werden, wie es Kopp in den Steinbrüchen bei Zabern in den Vogesen thut. — Auch in den Steinbrüchen von Hamel-Bazire bei St. Lô wird das Nitroglycerin unmittelbar vor dem Verbrauch täglich dargestellt.[61]) In einem Glasballon von 5 Liter Inhalt werden 2 Kilogramm sehr cencentrirte Schwefelsäure von 66 Grad Baumé mit 1 Kilogramm sehr concentrirter Salpetersäure von 48 Grad Baumé gemischt und in dieses Gemisch unter steter Abkühlung des Gefässes 450 Gramm Glycerin von 28 bis 30 Grad Baumé ganz allmälig und mit Unterbrechung eingegossen, wozu man 20 Minuten gebraucht. Man erhält 0,325 bis 0,45 Liter Nitroglycerin. Die Flüssigkeit lässt man in eine Schale von Sandstein laufen unter Hinzufügen von Wasser, um das Nitroglycerin auszuwaschen, wobei sich dasselbe auf dem Boden sammelt, von wo man es in Flaschen füllt, welche entkorkt stehen bleiben. Ein Mann kann in einem Tage 5 bis 6 Liter darstellen. Es sind bei der Fabrikation zwei Mann beschäftigt, welche zugleich das Sprengöl zu den Arbeitspunkten bringen und die Bohrlöcher damit laden; man verwendet auf 1 Meter Lochtiefe $^1/_5$ bis $^1/_3$ Liter Sprengöl. — Nach der von Champion gegebenen Beschreibung der fabrikmässigen Darstellung des Nitroglycerins[62]) werden

380 Gramme Glycerin von 31 Grad Baumé,
1000 „ rauchende Salpetersäure von 50 Grad Baumé,
2000 „ Schwefelsäure

gemengt und dadurch 760 Gramme Nitroglycerin gewonnen; durch ein grösseres oder geringeres Quantum von Schwefelsäure wird das Ausbringen

[61]) Harlé in Annales des mines. Paris 1871. t. 19. p. 16.
[62]) Champion in Dingler polyt. Journal Bd. 202. S. 369.

an Sprengöl vermindert; dasselbe ist der Fall bei Anwendung eines geringeren Quantums von Salpetersäure, obgleich 36,8 Procent der benutzten Salpetersäure nicht zur Constitution des Nitroglycerins beitragen. Die Mischung erfolgt unter stetem Umrühren, was nach dem Berichterstatter ohne Gefahr sein soll (?); würde man das Umrühren zu lange fortsetzen, so erhielte man durch die Entwickelung von untersalpetrigsauren Dämpfen einen Wink. In einem um eine Achse beweglichen Recipienten befindet sich das Säuregemisch, welches durch Einblasen von Luft in Bewegung gesetzt wird. Am oberen Theile des Recipienten befindet sich zur Aufnahme des Glycerins ein Gefäss, welches rasch in die im Recipienten befindliche Säure entleert werden kann. Unterhalb des Recipienten ist ein mit Wasser gefüllter, in Bewegung erhaltener Behälter zur Aufnahme des Gemisches; durch die Bewegung wird eine gefährlich hohe Temperatur vermieden. Man erhält auf dem Boden des Behälters eine ölartige, weissliche, sehr saure Flüssigkeit, welche zum Gebrauch bei der Dynamitdarstellung vollständig gesättigt und entwässert werden muss. Deshalb rührt man sie mit Wasser um und setzt zuletzt doppelt kohlensaures Natron oder kohlensaure Kalkerde hinzu, weil die letzten Spuren von Säuren nur schwierig an Wasser abgegeben werden. Lässt man die Flüssigkeit längere Zeit stehen, so scheidet sich das wenige noch in ihr enthaltene Wasser auf der Oberfläche ab; soll sie schnell gebraucht werden, so kann man dieses Wasser durch Chlornatrium beseitigen, denn der Wassergehalt vermindert einerseits die Explosionskraft des Nitroglycerins, andererseits das Absorptionsvermögen der amorphen Substanzen, welche für die Darstellung des Dynamits, Dualins u. s. w. als Träger des Nitroglycerins dienen. — Da das Nitroglycerin, obwohl als solches nicht mehr in Benutzung stehend, zur Darstellung von Dynamit u. s. w. hergestellt werden muss, so ist jede Bemühung, die bei seiner Mischung vorhandenen Gefahren zu beseitigen, empfehlenswerth. Eine Hauptbedingung der gefahrlosen Darstellung ist die sorgfältigste Abkühlung beim Eintröpfeln des Glycerins in das Säuregemisch; einem Mangel solcher Sorgfalt scheint die furchtbare Explosion zu danken zu sein, welche bei Beuthen in Oberschlesien eine Dynamitfabrik während der Nitroglycerinpräparirung vom Erdboden verschwinden machte.

In Frankreich kam das Dynamit zuerst bei der Belagerung von Paris zur Anwendung; bei der Darstellung des hierzu nöthigen Nitroglycerins verfuhr man folgendermassen.[63]) Das Säuregemisch wurde in emaillirte eiserne Schalen geführt, welche auf mit kaltem Wasser gefüllte Bütten angeordnet waren. Die das Glycerin enthaltenden Flaschen standen über den Schalen und ihr Inhalt von ca. 1 Liter wurde mittelst eines Glashahnes in einem dünnen Strahle zu dem Säuregemisch geführt. Die Temperatur wurde dabei ständig unter 20 Grad Celsius gehalten, wozu ein elektrischer Thermometer benutzt wurde. In jede Schale tauchte ein Luftthermometer, welches

[63]) Dingler polyt. Journal Bd. 201. S. 35.

aus einer mit Luft gefüllten Kugel bestand; dieselbe trug ein Rohr, welches die als Index dienende Quecksilbersäule enthielt. An einem Punkte in diesem Rohre, unter welchem die Quecksilbersäule bei regelmässigem Gange des Verfahrens bleiben sollte, waren zwei elektrische Drähte in das Rohr eingeführt; sobald die Temperatur in dem Gemisch über die normale stieg, berührte das Quecksilber die Drähte, wodurch der elektrische Strom geschlossen wurde und eine Glocke als Signal in Bewegung setzte, auch zeigte ein Indicator die Temperatur in der betreffenden Schale an. Um die Temperatur wieder unter 20 Grad Celsius sinken zu machen, wurde entweder der Zufluss des Glycerins unterbrochen, oder das Wasser im Kühlbottich erneuert, oder man brachte Eis in das Wasser; genügten diese Mittel aber nicht oder konnten sie augenblicklich nicht angewendet werden, so brauchte man nur die Schale in den Kühlbottich auszuleeren, wozu eine mechanische Vorrichtung vorhanden war. Zum Umrühren des Gemisches während des Eintröpfelns des Glycerins dienten entweder rotirende, mit hölzernen Schaufeln versehene und durch ein Uhrwerk in Bewegung gesetzte Rührer, oder man blies durch eine Gebläsevorrichtung Luft ein, wodurch die Bewegung der Flüssigkeit hervorgerufen wurde.

Eigenschaften. Das Nitroglycerin ist eine helle, ölartige, farb- und geruchlose, schwach süsslich schmeckende Flüssigkeit von 1,6 specifischem Gewicht, die chemische Formel seiner Zusammensetzung wird angegeben $C^6 H^5 (NO^4)\, ^3O^6$ oder $C^5 H^5 O^3 (NO^5)^3$. Es ist schwerer als Wasser, unlöslich darin, dagegen löslich in Aether und Methylalkohol, in Alkohol bei mittlerer Temperatur wenig löslich, dagegen leichter in Alkohol von 50 Grad Celsius Temperatur; krystallisirt in langen Nadeln, nimmt schon bei + 4 Grad Celsius einen festen Aggregatzustand an, in dem es bis zu einer Temperatur von 11 Grad Celsius verharrt. Mehrere Stunden lang einer Temperatur von — 15 Grad Celsius ausgesetzt, wird es dickflüssig, ohne zu gerinnen; dagegen genügt eine hinreichend lange anhaltende Kälte von — 2 Grad Celsius, um es zum Krystallisiren zu bringen. In Folge eines kräftigen Stosses oder Schlages detonirt es auch an freier Luft, da sich aber die Entzündung nur schwierig fortpflanzt, unterliegt nur das von dem schlagenden Instrumente getroffene Quantum der Detonation; in dünner Schicht ausgegossen ist es schwierig an freier Luft zu entzünden, brennt nur theilweise ab und erlischt wohl ganz, wenn man das zündende Feuer davon entfernt. Durch mässiges Erwärmen unter 100 Grad Celsius verflüchtigt es sich ohne Zersetzung, kommt die Flüssigkeit in lebhaftes Kochen oder zu einer Temperatur von 180 Grad Celsius, so erfolgt eine Explosion. Nach Champion soll diese Annahme nicht richtig sein; derselbe will mittelst eines besonders construirten Apparates constatirt haben, dass eintritt

bei 185 Grad Celsius der Siedepunkt und eine Verflüchtigung mit Entwickelung gelber Dämpfe,

„ 194 „ „ langsame Verflüchtigung,

bei 200 Grad Celsius rasche Verflüchtigung,
„ 217 „ „ heftige Verbrennung,
„ 228 „ „ lebhafte Verbrennung,
„ 241 „ „ schwache Detonation,
„ 257 „ „ heftige Detonation,
„ 267 „ „ schwächere Detonation,
„ 287 „ „ schwache Detonation mit Flamme.

Lässt man einen Tropfen auf eine mässig heisse Eisenplatte fallen, so nimmt er einen sphäroidalen Zustand an und verflüchtigt, auf eine rothglühende Platte, so erfolgt eine unmittelbare Entzündung und ruhiges Abbrennen, ist die Platte nicht rothglühend, aber heiss zum Kochen, so entsteht eine Detonation. Hiermit übereinstimmend sind auch die Erfahrungen, welche Professor v. Gorup-Besanez bei einer zufälligen Nitroglycerinexplosion in seinem Laboratorium gemacht hat.[64]) Wenn das Sprengöl unrein und sauer ist, so entsteht auch in verschlossenen Gefässen eine unfreiwillige Zersetzung, die von Gasentwickelung und Bildung von Oxalsäure begleitet ist, diese Gase üben einen Druck auf die Flüssigkeit in den Flaschen aus, so dass der geringste Stoss oder die schwächste Erschütterung eine Explosion bewirken kann. Eine derartige Veranlassung scheint die furchtbare Explosion gehabt zu haben, welche auf der königlichen Steinkohlengrube König in Oberschlesien zwei Arbeiter, als sie beschäftigt waren, aus einer Vorrathsflasche mit 25 Pfund Sprengöl eine kleine Quantität zum Gebrauch abzugiessen, völlig zu Staub vernichtete. Um diese Gefahr zu mässigen, wird man gut thun, den Transport und die Aufbewahrung des Sprengöls nicht in solchen Gefässen geschehen zu lassen, von deren Aussenwänden sich der Stoss leicht auf die Flüssigkeit fortpflanzt, wie Fässer, Blechflaschen, welche ausserdem den Nachtheil mit sich führen, dass nach ihrer Entleerung noch immer Oel an den Wänden haften bleibt, so dass bei ihrer späteren Verwendung zu anderen Zwecken, wie die Erfahrung an mehreren Orten bereits gelehrt hat, heftige und Vernichtung bringende Detonationen erfolgen. Nobel füllte das Oel deshalb in Glasflaschen, welche mit Weidengeflecht umzogen sind, so dass der Stoss möglichst unwirksam auf die Flüssigkeit wird. Um aber den Transport und die Aufbewahrung nach Möglichkeit ganz gefahrlos zu machen, vermischte er später das Sprengöl mit wasserfreiem Methylalkohol (Holzgeist),[65]) wodurch das Sprengöl inexplosibel wird; um es in Gebrauch zu nehmen, wurde die Mischung mit Wasser geschüttelt, welches den Methylalkohol in sich aufnimmt, während das Nitroglycerin zu Boden sinkt und nun vom wasserhaltigen Methylalkohol durch Abguss desselben befreit werden kann; eine Gefährdung der früheren Eigenschaften hat das Nitro-

[64]) Dingler polytechn. Journal Bd. 200. S. 321. — Glückauf. Essen 1871. No. 27. — Der Naturforscher. Berlin 1871. S. 196.

[65]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen 1866. S. 254. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer 1866. S. 311.

glycerin bei dieser Manipulation nicht zu erfahren. Dagegen[66]) erwachsen durch diese Mischung grössere Kosten und beim Auswaschen und Abgiessen des Methylalkohols gehen immer Theile des Nitroglycerins verloren; ausserdem ist Methylalkohol flüchtig, wodurch das Explodirbarwerden des Sprengöls allmälig wieder entsteht, wozu noch kommt, dass der Methylalkohol und seine Gase sehr leicht entzündlich sind und mit atmosphärischer Luft ein explosibles Gasgemisch geben. Deshalb wurde von anderer Seite empfohlen, nach Gale's Vorgang beim schwarzen Pulver, das Oel mit Sand oder anderen indifferenten, als Wärmeleiter dienenden Substanzen zu mengen, um die Masse des Sprengöls zu vertheilen; hierdurch aber wird Gewicht und Volumen sehr gross und der Transport wesentlich vertheuert, ausserdem beim Abgiessen durch Adhäsion des Oels an den Sandkörnern ein zu starker Verlust erzeugt. Von Dr. Wurtz wird vorgeschlagen, das Sprengöl mit einer Salzlösung von einem dem seinigen gleichen specifischen Gewicht zu einer Emulsion zu verarbeiten, wozu sich salpetersaures Zinkoxyd oder Kalkerde oder Magnesia eignen würde; zum Gebrauch wird das Gemisch mit Wasser behandelt, wobei sich das Nitroglycerin abscheidet und durch Abgiessen von seiner Beimischung befreit werden kann; Versuche müssen noch entscheiden, ob nicht dennoch eine freiwillige Trennung des Gemisches entsteht. Professor Suly endlich schlägt als Radikalmittel gegen die Zersetzung und die dadurch beim Stossen sich ergebenden Gefahren zunächst eine sorgfältige Bereitung vor, um das Sprengöl durchaus säurefrei zu machen und alsdann zur Vermeidung einer Anhäufung von sich freiwillig entwickelnder Säure den Zusatz einer Substanz in Pulverform, welche jede sich bildende Säuremenge sofort neutralisirt, ohne auf das Nitroglycerin eine chemische Wirkung auszuüben, wodurch jede freiwillige Zersetzung zu verhindern ist. — Es soll dem Engländer J. Horsley gelungen sein, auch das flüssige Sprengöl eines Theils seiner gefährlichen Eigenschaften zu entkleiden,[67]) indem es unfähig gemacht ist, durch Annäherung von Feuer oder durch erhöhte Temperatur, durch einen Schlag auf eine harte Unterlage, durch Entzündung eines Zündhütchens in der Mitte der Masse zu explodiren. Die Mittel, welche hierzu angewendet werden, findet man nicht mitgetheilt, indess wird man gut thun, auch solchen angeblich verbesserten Sprengöls sich nicht zu bedienen, da auch diesem bei weitem nicht alle und nicht die bedenklichsten gefährlichen Eigenschaften genommen zu sein scheinen. — Um die gefährlichen Transporte und längere Aufbewahrung zu vermeiden, wird, wie oben angegeben, das Nitroglycerin in Steinbrüchen bei Zabern im Elsass und bei St. Lô in Frankreich an Ort und Stelle und nur nach Bedarf dargestellt.

---

[66]) Dingler polyt. Journal Bd. 182. S. 247.

[67]) The Mechanics' Magazine Bd. 90. S. 204. — Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 17. C. S. 3.

Eine weitere Gefahr beim Gebrauch des Nitroglycerins liegt in seiner Eigenschaft, schon bei einer Temperatur + 4 bis 11 Grad Celsius in festen Zustand überzugehen; da aber auf feste Körper der Stoss nachhaltiger wirkt, als auf flüssige, so veranlasst, wenn nicht die grösste Vorsicht angewendet wird, die Behandlung der festen Masse sehr bedeutende Explosionen und sind bereits mehrfache Unglücksfälle auf diese Weise entstanden, auch der oben erwähnte auf Königsgrube vorgekommene wird von anderer Seite dem Umstande zugeschrieben, dass das aufbewahrte Nitroglycerin fest geworden sein möchte. Ein anderer in neuester Zeit 1868 auf derselben Grube vorgekommener Unglücksfall, durch welchen 5 Bergleute getödtet wurden, ist durch leichtsinnige Art und Weise in der Behandlung fest gewordenen Nitroglycerins entstanden.[68]) Als Vorsichtsmassregel ist deshalb zu beachten, dass man das Sprengöl nur bei warmer Temperatur transportiren und in mässig erwärmten Räumen aufbewahren darf; wenn aber trotzdem ein Festwerden stattgefunden hat, darf man es nicht durch Annäherung an einen heissen oder gar glühenden eisernen Ofen flüssig machen wollen, weil durch eine zu starke Erhitzung Explosionen hervorgerufen werden, wie eine solche Behandlung auf einer der Gruben bei Saarbrücken und auch anderwärts Unglücksfälle herbeiführte, vielmehr muss man das Gefäss vorsichtig in erwärmtes Wasser bringen und darin das feste Oel aufthauen lassen. — Auffallend ist eine Notiz,[69]) wonach das von Mowbray dargestellte, beim Auffahren des Hoosac-Tunnels verwendete Nitroglycerin im gefrornen Zustande nicht zur Explosion gebracht worden sein soll, selbst nicht durch Schiessbaumwolle, Knallsilber oder Schiesspulver, vielmehr wird gerade dieser Zustand des Nitroglycerins für den Transport als ganz besonders geeignet erklärt. Diese Behauptung widerstreitet allen bisherigen Erfahrungen und bedarf der Aufklärung.

Entschieden nachtheilig auf den menschlichen Organismus wirkt das flüssige Oel, wenn es an die Lippen gebracht oder auch nur in mässigen Quantitäten genossen wird, Kopfschmerzen und Koliken sind die Folgen;[70]) zweifelhaft aber ist es, ob die Verbrennungsgase gleichfalls einen nachtheiligen Einfluss ausüben, denn während von verschiedenen Versuchsstationen dies behauptet wird, bestreitet man es von anderen ganz entschieden. Jedenfalls wird man, wie bei jeder Sprengarbeit, dafür Sorge tragen müssen, auch hier die Verbrennungsgase durch lebhaften Wetterwechsel möglichst schnell abzuführen; zur Vermeidung der Berührung mit dem flüssigen Oel selbst wird man die Anfertigung der Patronen oder das Füllen der Bohrlöcher mit Oel nur zuverlässigen Leuten überlassen dürfen,

[68]) Berg- u. hüttenm. Zeitung v. Kerl u. Wimmer. Leipzig 1868. S. 85.

[69]) Ebenda. Leipzig 1870. S. 336.

[70]) Sitzungsberichte der niederrhein. Gesellschaft in Bonn in den Verhandlungen des naturhistor. Vereins der preuss. Rheinlande und Westfalens, Jahrg. 21. S. 38.

damit nicht jeder einzelne, unerfahrene Bohrhauer mit dem Sprengöl in Berührung kommt, seine Hände damit beschmutzt und diese an die Lippen führt. Von Freiberg[71]) wird in dieser Beziehung der wichtige Fingerzeig gegeben, dass in den Bohrlöchern nicht alles Nitroglycerin explodirt, sondern umhergeschleudert wird und im flüssigen Zustande an den abgerissenen Gesteinstücken oder an noch später zu gewinnenden Stücken hängen bleibt; Manipulation mit diesen bespritzten Stücken hat augenscheinlich zur Vergiftung der Arbeiter geführt oder, wo der etwaige Stoss oder Schlag auf diese Stücke Nitroglycerin traf, unvermuthete Explosionen veranlasst.

Die Wirkung[72]) des Nitroglycerins ist eine entschieden grössere, als die des gewöhnlichen Sprengpulvers. Nach der Theorie werden beim Pulver nicht mehr als 50 pCt. in Gas verwandelt, indem ein Volumen davon, abzüglich der durch die Hitze bewirkten Expansion, 200 Volumina kaltes Gas geben; in der Praxis ist aber die Verbrennung niemals so vollständig und 200 Volumina kalte Gase sind wahrscheinlich mehr als das Durchschnittsresultat. Nach der chemischen Formel enthält das Nitroglycerin 18 Theile Sauerstoff, wovon bei der Verbrennung 6 Theile Kohlenstoff 12 und 5 Theile Wasserstoff 5 absorbiren, so dass noch 1 Theil Sauerstoff nach der Verbrennung übrig bleibt. Von 100 Gewichtstheilen Sprengöl werden nach der Verbrennung gebildet:

| | | |
|---|---|---|
| 20 | Theile | Wasser, |
| 58 | „ | Kohlensäure, |
| $3\frac{1}{2}$ | „ | Sauerstoff, |
| $18\frac{1}{2}$ | „ | Stickstoff, |
| 100 | Theile. | |

Da das specifische Gewicht des Sprengöls = 1,6 ist, so erzeugt 1 Volumen desselben bei der Verbrennung

| | | |
|---|---|---|
| 554 | Volumina | Wasserdampf, |
| 469 | „ | Kohlensäure, |
| 39 | „ | Sauerstoff, |
| 236 | „ | Stickstoff, |
| 1298 | Volumina | zusammen, |

oder rund 1300 Volumina. L'Hote[73]) hat zur Bestimmung des Gasquantums und dessen Zusammensetzung in einem Eudiometer Nitroglycerin mittelst Durchschlagens eines elektrischen Funkens zur Explosion gebracht und gefunden, dass 1 Gramm Nitroglycerin 284 Kubikcentimeter Gas gab,

[71]) Müller: Ueber die in dem Freiberger Bergamtsrevier mit Nitroglycerin angestellten Sprengversuche in Jahrbuch f. d. Berg- u. Hüttenmann. Freiberg 1867. S. 223. — Uebersetzt von Grand' Eury in bulletin de la société de l'industrie minérale. Paris 1870. t. 15. p. 511.

[72]) v. Förster Bauzeitung a. a. O.

[73]) Dingler polyt. Journal Bd. 202. S. 540.

dessen Zusammensetzung er bei 0 Grad und 760 Millimeter Druck ermittelte auf 100 Volumentheile zu

| | | |
|---|---|---|
| 45,52 | Theile | Kohlensäure, |
| 20,36 | „ | Stickstoffoxyd, |
| 33,92 | „ | Stickstoff, |
| 99,80 | Theile. | |

Den bei der Verbrennung entwickelten Hitzegrad zu bestimmen, ist schwierig, er muss aber beim Nitroglycerin, bei dem eine vollständigere Verbrennung als beim Pulver stattfindet, grösser sein; dies wird auch bewiesen durch das intensivere Licht in der Flamme des Pulvers, wenn es mit einer geringen Quantität Nitroglycerin getränkt ist; deshalb wird man annehmen können, dass die durch Verbrennung des Nitroglycerins erzeugte Hitze eine doppelt so starke ist, wie die durch Verbrennung des Pulvers hervorgerufene. Wenn daher von 1 Volumen Pulver 200 Volumina kalte Gase 4 Mal ausgedehnt 800 Volumina heisse Gase ergeben, so erzeugen die aus 1 Volumen Nitroglycerin gebildeten 1300 Volumina kalte Gase, 8 Mal ausgedehnt, 10400 Volumina heisse Gase, und es hat demnach das Sprengöl im Verhältniss zum Pulver ca. die 13 fache Kraft dem Volumen nach, wobei das specifische Gewicht des Pulvers zu 1,0 angenommen wird. Da aber die Explosion des Sprengöls viel schneller als die des Pulvers stattfindet, so übersteigt in der Praxis die Wirkung desselben noch die des Pulvers in höherem Grade, als nach der Theorie berechnet ist. Obwohl daher der Preis des Sprengöls (1 Thlr. 8 Sgr. für das Pfund) sehr beträchtlich viel höher ist, als der des Pulvers (4 bis 5 Sgr. für das Pfund), so ist bei dem Umstande, dass 1 Pfund Sprengöl mindestens so viel leistet, wie 8 Pfund Pulver, in ökonomischer Beziehung der Vortheil entschieden auf Seiten des Sprengöls. Aber auch in Bezug auf die Leistungen beim Sprengen haben nicht nur Versuche, sondern auch längere Anwendung an den verschiedenen Betriebsorten dargethan, dass grössere Massen den Schüssen vorgegeben werden können, so dass also mit einer geringeren Zahl von Bohrlöchern dasselbe geleistet werden kann, als bei Anwendung von Pulver. Herr Eric Unge[74]) behauptet, dass die Sprengarbeiten bei dem Tunnelbau unterhalb Stockholms seit Anwendung des Sprengöls um 87 pCt. schneller vorrücken, als früher; bei der Gewinnung von Dachschiefer in Nordwales[75]) wendete man mit Vortheil das Sprengöl an, da eine Sprengölladung eine ebenso grosse Schiefermasse wie 4 bis 5 Pulverladungen hebt, mithin weniger Schüsse nothwendig werden. Auch bei Versuchen in Freiberg[76]) sowie in Belgien[77]) hat man sehr günstige

[74]) v. Förster Bauzeitung a. a. O.

[75]) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. 1867. S. 223.

[76]) Richter: Versuche mit Sprengöl in berg- u. hüttenm. Ztg. v. Kerl u. Wimmer. Leipzig 1867. S. 289. 345.

[77]) Annales des travaux publics de Belgique. Bruxelles 1866. pag. 171.

Erfolge erzielt. Solchen Thatsachen gegenüber bleiben die ungünstigen Resultate, wie sie z. B. bei der Gewinnung der Knottenbleierze in der Buntsandsteinformation auf der Grube Neu-Schunk Olligschläger bei Commern[78]) gewonnen wurden, in der Minderheit und wenn sich auch herausgestellt hat, dass in Steinbrüchen, wo man den Schüssen mehr vorgeben kann, grössere Wirkungen erzielt werden, so haben sich auch an sehr vielen unterirdischen Betriebspunkten in den Gruben, wenn auch für die verschiedenen Gesteinsarten bei weitem nicht gleichmässig, die günstigsten Resultate herausgestellt.

Da man eine geringere Zahl Bohrlöcher für denselben Effect gebraucht, so rückt nicht nur die Arbeit schneller vor, man bedarf auch geringere Arbeitskräfte, die Productionskosten verringern sich, die Production steigt, auch kann man dünnere, nur ($^1/_2$ Zoll) 13 Millimeter starke Bohrer[79]) anwenden, weil ein geringeres Quantum Sprengmaterial für denselben Effect genügt. Ein sehr grosser Vorzug liegt in der leichten Besetzungsart der Bohrlöcher. Das Oel wird bei nach Unten gekehrten Bohrlöchern mittelst eines Trichters eingegossen, bei anderen Bohrlöchern in einer gutgeleimten Patrone eingebracht. Im letzteren Falle macht man die Patrone länger, als zur Aufnahme des Oels nöthig ist, auf das Oel bringt man einen Kork, schüttet etwas Pulver darauf, bringt eine Zündschnur in das Pulver hinein, die man an die Patrone anbindet und mit Papierpfropfen noch befestigt, und führt die so armirte Patrone in das Loch, worauf man losen Sand oder Letten darauf schüttet, ohne dabei aber irgend welchen Druck auszuüben. Wird das Oel eingegossen, so legt man darauf, nachdem man die Zündschnur in's Oel hinein gebracht hat, einen Papierpfropfen, schüttet Pulver darauf und besetzt alsdann wie vorher. Nach 8 bis 10 Minuten ist der Zünder abgebrannt, das Pulver entzündet sich und setzt durch den dadurch erzeugten Stoss das Nitroglycerin in Explosion, durch welche die ganze Gesteinmasse abgehoben und zerspalten, nicht umhergeschleudert wird. Im Vogesensandstein bei Zabern hoben 1500 bis 2000 Gramm Sprengöl 40 bis 80 Kubikmeter ziemlich feste Masse auf einmal.

Ganz vorzüglich eignet sich das Sprengöl zum Sprengen unter Wasser, wie z. B. die Arbeiten beim Abteufen des von Krugschachtes auf der Königsgrube[80]) beweisen. Man hat hier nicht nöthig, das Bohrloch zuvor auszutrocknen, sondern giesst durch ein Rohr das Oel hinein, benutzt eine Guttaperchazündschnur, unten mit einem Patentzündhütchen versehen, welche man bis auf die Sohle des Lochs einschiebt, beseitigt das Rohr und lässt das Wasser als Besatz dienen.

Als ein Nachtheil ist noch hervorzuheben, dass durch die Schüsse nicht immer die ganze Masse Sprengöl verbrannt wird und in den stehen-

[78]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. 1866. S. 275.
[79]) Berggeist 1867. S. 255.
[80]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. 1867. S. 126.

bleibenden Bohrlochstheilen (Pfeifen) Sprengölmassen zurückbleiben; werden alsdann diese Pfeifen zum Ansetzen neuer Bohrlöcher benutzt, so entstehen unvermuthete Explosionen. Daher muss bei Anwendung von Nitroglycerin das Benutzen solcher Pfeifen verboten werden.[81]) Auch in Klüfte zieht sich unverbranntes Nitroglycerin, in denen bei der Fortsetzung des Bohrens das Oel zur Explosion gebracht werden kann, weshalb immer grosse Vorsicht anzuwenden ist.

Erwähnenswerth bleibt noch, dass man grosse Massen von Metall u. s. w. z. B. Eisensauen aus den Hochöfen, deren Beseitigung bisher sehr schwierig oder unmöglich war, durch Nitroglycerin sehr leicht zerstückelt, ja dass man sogar die Eisensauen noch innerhalb der ausgeblasenen Hochöfen auf diese Weise zerkleinert, wodurch ihre Beseitigung schneller und weniger kostspielig erfolgt.

Es ist unleugbar, dass der Transport und die Handhabung des Nitroglycerins die grösste Vorsicht erfordert und grosse Gefahren mit sich führt, so dass dessen Gebrauch fast überall beseitigt ist, da man in den festen Nitrilverbindungen, wobei irgend eine pulverförmige Substanz dem Nitroglycerin als Träger dient, einen völligen Ersatz für das Sprengöl zu schaffen gewusst hat. Viele Regierungsbehörden in Preussen haben Polizeiverordnungen über den Transport des Sprengöls erlassen, z. B. die Regierung in Arnsberg,[82]) während die preussischen Bergbehörden für die Benutzung des Oels auf Bergwerken derartige Polizeivorschriften bis vor kurzer Zeit nicht haben ergehen lassen, dagegen haben mehrere Oberbergämter z. B. das in Dortmund und Breslau die Vorsichtsmassregeln zusammengestellt und zur Kenntniss des Bergbau treibenden Publikums gebracht.[83])

*bb.* Das Sprengpulver von Nobel.

In Schweden ist bei Tagebauen ein von Nobel dargestelltes Sprengpulver[84]) zur Anwendung gelangt, welches gewöhnliches schwarzes, mit Nitroglycerin getränktes Schiesspulver ist. Das Pulver wurde etwas feiner, als das sonst gebräuchliche, und mit eckigem Korn hergestellt, es soll eine dreimal so grosse Wirkung wie gewöhnliches Pulver gehabt haben und wurde deshalb vorzugsweise zur Gewinnung grosser Massen benutzt. Das Pulver wurde in eine Blechpatrone geschüttet und dann mit Nitroglycerin übergossen, die zugekorkte Patrone mit dem Kork nach Vorn in das Loch gesteckt; dasselbe muss eine 4 bis 6 Millimeter grössere Weite als die Patrone haben. Der Zwischenraum zwischen Patrone und Bohrlochswand wurde mit Pulver ausgefällt, welches 15 bis 30 Millimeter über die Patrone hinausreichte; dies ist das Zündungspulver, in welches der

---

[81]) „Glückauf" berg- u. hüttenm. Ztg. Beil. zur Essener Ztg. 1866. Nr. 42.

[82]) Der Berggeist. Köln 1870. S. 395.

[83]) Berggeist Jahrg. 1868. S. 1 und S. 159.

[84]) Turley: über Nobel's verbessertes Sprengpulver in berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1864. S. 77.

Zünder hineingesteckt wurde. Demnächst erfolgte die Besetzung des Bohrlochs, die zuerst sehr lose hergestellt wurde, um eine vorzeitige Entzündung zu verhüten. Dieses Pulver kommt aber auch in Schweden gar nicht mehr zur Anwendung, seitdem es den rastlosen Bemühungen der Firma Alfred Nobel & Comp. gelungen ist, in dem Dynamit eine Mischung des Nitroglycerins mit einem festen Körper darzustellen, welches fast allen Erfordernissen im hohen Grade entspricht.

*cc.* Dynamit.

Das Dynamit[85]) hat als Träger des Explosionsstoffs Kieselguhr oder Infusorienerde, welche mit Nitroglycerin getränkt ist. In Paris, wo man, wie überhaupt in Frankreich, zuvor Dynamit nicht angewendet hatte, konnte man während der Belagerung Kieselguhr nicht erlangen und benutzte deshalb, da man sich von der Vorzüglichkeit dieses Sprengmittels für die Vertheidigung überzeugte, die Asche von der zur Gasbeleuchtung benutzten Bogheadkohle als Träger für das Nitroglycerin, dieselbe absorbirte das Zweifache ihres Gewichts an Nitroglycerin; sie wurde vor der Benutzung zermahlen und gerieben, um ein gleichmässiges Korn zu erhalten.[86]) Nach den Angaben von Nobel enthält das Dynamit 25 Procent feste Bestandtheile, 75 Procent Nitroglycerin; nach angestellten Versuchen liessen sich mittelst starken Alkohols 76,6 Procent ausziehen, welche sich als Nitroglycerin ergaben, während 23,4 Procent feste Bestandtheile (Kieselguhr) zurückblieben. Nächst Nitroglycerin scheint kein anderes Sprengmittel eine gleiche Sprengkraft zu besitzen und bei richtiger Anwendung, wenn man in den Bohrlöchern zur Vermeidung leerer Räume die Dynamitpatronen fest eindrückt, kann man mit Dynamit selbst die Wirkungen des Nitroglycerins erreichen. An freier Luft angezündet, brennt es unter Entwickelung salpetriger Dämpfe ruhig und ohne Explosion;

---

[85]) Gebrauchsanweisung von Alfred Nobel. Hamburg 1870. — Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenwesen in Preussen Bd. 16. B. S. 321. — Berg- u. hüttenm. Zeitung v. Kerl u. Wimmer. Leipzig 1870. S. 108. 136. — Oesterr. Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenwesen. Wien 1868. S. 273. 1869. S. 101. 187. 234. 378. Jahrg. 1870. S. 300. — Dingler polyt. Journ. Bd. 190. S. 124. — Der Berggeist. 1868. S. 245. Jahrg. 1869. S. 15. Jahrg. 1872. S. 414. — Glückauf (Beilage zur Essener Ztg.) Jahrg. 1868. No. 45. Jahrg. 1869. No. 1. 31. Jahrg. 1870. No. 21. — Der Naturforscher. Wochenblatt zur Verbreitung der Fortschritte in der Naturwissenschaft. Herausgegeben von Dr. W. Sklarek. Berlin 1868. Erster Jahrg. S. 308. Zweiter Jahrg. S. 362. — The Mechanics' Magazine 1868. S. 41. 246. Jahrg. 1869. S. 106. 121. 140. 371. — The Mining Journal. London 1868. S. 519. — Justus Fuchs: das Nobel'sche Sprengpulver Dynamit in Californien. Hamburg 1868. — Geh. Bergrath Dr. Burckart im Berggeist. Köln 1870. S. 365. — Zeitschr. f. Bauwesen. Redigirt von G. Erbkam. Berlin 1868. S. 312. — Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure. Berlin 1868. S. 275. Jahrg. 1871. S. 91. — Lauer: Spreng- und Zündversuche mit Dynamit und Schiessbaumwolle. Wien 1872.

[86]) Dingler polyt. Journal Bd. 201. S. 34.

zum Explodiren kann es nur durch einen heftigen Stoss, am besten durch ein in das Dynamit eingebrachtes, mit Knallquecksilber gefülltes Zündhütchen gebracht werden, wobei sich Kohlensäure, Stickstoff und Wasserdampf, also unschädliche Gase, entwickeln; eine sehr dünne, auf Stein oder Eisen ausgebreitete Schicht explodirt durch einen sehr starken Schlag mit einem metallenen oder steinernen Instrument, der härteste Schlag bringt auch bei einer dünnen, auf Holz ausgebreiteten Schicht keine Explosion hervor, ebenso wenig das Herabfallen eines Gewichts auf grössere Massen von Dynamit. Dasselbe hinterlässt weisse Asche, aber keinen Rauch, erleidet durch Feuchtigkeit keine Veränderung, dagegen wird es bei einer Temperatur unter 8 Grad Celsius hart, wobei es nur schwer zur Explosion gebracht werden kann, weshalb man es in erwärmten Räumen aufzubewahren hat, da es für den Gebrauch sich weich anfühlen muss: Nobel empfiehlt, dass die Arbeiter es in der Tasche führen sollen, um es in der richtigen Weichheit zu erhalten. Derselbe Rath wird von Anderen wiederholt und als zweckmässig empfohlen, so auch von Turley,[87]) welcher auch empfiehlt, das Dynamit in Räumen, welche durch Luftheizung erwärmt sind, aufzubewahren. Der explosive Bestandtheil des Dynamits, das Nitroglycerin, verwandelt sich bei Erreichung der Explosionstemperatur momentan und in seiner ganzen Masse in Gase; die Explosionstemperatur muss aber sehr hoch sein, da das Dynamit durch Berührung mit brennenden oder glühenden Körpern nicht explodirt, falls es nicht in einem widerstandsfähigen Raum fest eingeschlossen ist. Die hohe zum Explodiren erforderliche Temperatur bedingt eine ausserordentliche Expansion der erzeugten Gase und somit vermehrte Schnelligkeit der Explosionswirkung. Die Wirkung der Explosion ist eine strahlenförmige, nach allen Richtungen sich gleichmässig zeigende, da eine Concentration der Kraft nach der Seite des schwächsten Widerstandes hin bei der Schnelligkeit der Gasentwickelung nicht denkbar ist.

Die Anwendung des Dynamits erfolgt zweckmässig in Patronen, welche von Nobel fertig in allen Längen von 26 bis 210 Millimeter und in Stärken von 13 bis 52 Millimeter geliefert werden, aus den verschieden langen Patronen kann man jede Länge combiniren, indem man die Patronen, ohne sie zu öffnen, aufeinander schiebt. Es ist die Wahrnehmung gemacht worden, dass das Patronenpapier fettig geworden ist, was durch Aufsaugen des Nitroglycerins in das Papier bewirkt sein soll und beim Gebrauch des Dynamits die Gefährlichkeit des Nitroglycerins aufrecht erhalten würde, weshalb empfohlen wird, als Patronenhülse nicht poröses Material zu wählen, welches das Nitroglycerin aus dem Dynamit nicht absorbirt.[88]) Es scheint aber, als ob eine unsaubere Bearbeitung des Dynamits, eine übergrosse Anhäufung von Nitroglycerin im Dynamit das Fettig-

[87]) Turley in Zeitschr. für Gewerbe, Handel u. Volkswirthschaft. Beuthen 1872. S. 15.

[88]) Guyot in Dingler polyt. Journal Bd. 202. S. 468.

werden des Papiers mehr verschulden, als dessen Eigenschaft. So wird von Dynamit, welches auf einer Grube in Ungarn durch zu nahe Berührung mit Feuer explodirte, behauptet, dass in der Prager Fabrik, von wo es entnommen war, Kieselguhr angewendet sei, welches das zugesetzte Quantum Nitroglycerin nicht zu absorbiren vermocht hätte und in Folge dessen Nitroglycerin bei der Hitze ausgeschwitzt und explodirt wäre;[89]) es scheint indess, als ob man es auch hier, wie in den häufigsten Fällen, mit gefrornem Dynamit zu thun gehabt hat. — Die Benutzung des losen Dynamits ist nicht zu empfehlen, theils weil es an den Bohrlochwänden anklebt, theils weil der Staub giftig ist. Die in das Bohrloch eingeführten Patronen werden mit einem hölzernen Ladestock fest hinuntergedrückt, um das Loch völlig auszufüllen, weil ein leerer Raum dem Effect schädlich ist. In die oberste Patrone wird der Zünder eingebracht, welcher aus einem mit Knallquecksilber gefüllten Kupferhütchen und der Zündschnur besteht; diese wird mit dem scharf abgeschnittenen Ende in das Hütchen gesteckt und dessen Rand fest an die Schnur mittelst einer Zange angekniffen: auf dieser Manipulation beruht die Sicherheit der Explosion, da nur dann eine Entzündung des Hütchens und mit ihr eine Explosion des Dynamits gewiss ist. Die oberste Patrone wird an dem zugedrehten Ende geöffnet, der Zünder in dieselbe, etwa 26 Millimeter tief in das Dynamit, eingesteckt und der obere Rand der Patrone an die Schnur sehr fest angebunden, damit der Zünder sich nicht verschiebt. Bei nassen Bohrlöchern muss das Zündhütchen mit etwas Pech an die Zündschnur befestigt werden, damit der Knallsatz im Hütchen nicht undicht wird. Anfänglich hatte man Zündhütchen angewendet, deren Knallsatz zu klein war und die Explosion des Dynamits nicht bewirkte. Andererseits konnte ein solcher Mangel an Explodirbarkeit auch an dem zu geringen Gehalt von Nitroglycerin liegen, da das Dynamit um so schwerer zur Explosion zu bringen ist, je ölärmer es ist, falls man nicht den Knallsatz im Zündhütchen angemessen verstärkt. Einen Gehalt von 75 Procent Nitroglycerin hat die Erfahrung als am zweckmässigsten ergeben; ein höherer Gehalt ist bedenklich, da alsdann keine vollständige Absorption eintritt und, wie schon oben bemerkt, dem Dynamit alsdann die Gefahren des Sprengöls innewohnen.[90])

Der Besatz wird aus Letten, losem Sand oder Wasser ausgeführt, muss überhaupt lose sein, weil der feste Besatz, wie aus der Explosionswirkung folgt, ohne allen Nutzen ist, wodurch die mannigfachen kleinen Unfälle, von welchen der feste Besatz häufig begleitet ist, völlig vermieden werden.

Die Vorzüge des Dynamits vor anderen Sprengmitteln haben sich nicht nur durch einzelne Versuche, sondern durch den fast in allen Bergrevieren eingeführten, betriebsmässigen Gebrauch zur Evidenz herausgestellt; nur

---

89) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1871. S. 128.
90) Turley a. a. O.

an wenigen Punkten hat man ungünstige Resultate erzielt, so wird z. B. von Versuchen auf Kurprinz Friedrich August Erbstolln in Sachsen[91]) berichtet, welche trotz höheren Effects einen so bedeutenden Kostenaufwand ergeben haben, dass man bei der Anwendung von schwarzem Schiesspulver stehen geblieben ist, ausserdem sollen dort die Verbrennungsprodukte einen stechenden Geruch, Angreifen der Augen, Kopfschmerzen und Uebelkeiten hervorgerufen haben, was um so auffälliger erscheinen muss, als gerade hierin sonst überall ein Vorzug gefunden wird, dass die Arbeiter ganz und gar nicht von den Verbrennungsprodukten belästigt werden. Die Vortheile bestehen vorzugsweise in einer Arbeitsersparniss, weil bei dem grösseren Effect des Sprengmittels weniger Bohrlöcher erfordert werden und diese zugleich von geringerem Durchmesser sein können, dieselbe wird zu 23 bis $33^1/_3$ Procent angegeben; hieraus folgt ferner eine Beschleunigung der Arbeit, so dass die sonstigen Leistungen mehrerer Tage bei Anwendung von Dynamit in wenigen Stunden bewirkt werden. Hiermit in Verbindung steht ferner die Ersparung am Schärfen und Verstählen der Bohrer, weil eben eine viel geringere Zahl Bohrlöcher nothwendig ist. Das Dynamit besitzt fast vollständige Gefahrlosigkeit beim Gebrauch, wodurch es sich vor anderen Sprengmitteln vortheilhaft auszeichnet, auch ist die Unschädlichkeit der Verbrennungsgase bei Abwesenheit von Rauch besonders hervorgehoben. Andererseits will man beobachtet haben, dass frisch erzeugtes Dynamit beim Gebrauch Kopfschmerzen verursacht habe, während dasselbe Produkt nach vierzehntägiger Aufbewahrung diese üble Eigenschaft nicht besessen habe;[92]) es scheint nicht aufgeklärt zu sein, ob nicht beim ersten Gebrauch Fehler stattgefunden haben, welche die vollständige Explosion verhinderten, da man nach einer solchen nirgends von nachtheiligen Einflüssen auf den Gesundheitszustand der Arbeiter berichtet. Vor nassen Oertern und selbst unter Wasser kann die Schiessarbeit wie bei dem trockensten Gestein vorgenommen werden, auch soll es gleich vortheilhafte Anwendung beim festesten Gestein, wie in lockeren Massen, in Thon, Kreide und ähnlichen Gesteinen finden, während in den letzteren Gesteinen Pulver leicht versagt; dass die härtesten Massen, wie Stahlblöcke, Eisensauen u. dgl. m. mittelst Dynamit leicht zersprengt werden, wurde schon früher erwähnt.[93]) Auf dem Rammelsberge am Harz werden grosse Schwefelkiesblöcke durch Dynamit zertrümmert, indem man eine Dynamitpatrone auf die obere Fläche legt, mit feuchtem Letten dicht überdeckt und mittelst Zünder wegthut.[94]) Für die Schiessarbeit in der Kohle wird das Dynamit nicht allgemein empfohlen, es zertrümmert zu leicht die Stücke und ist

---

[91]) Müller: über Sprengversuche mit Dynamit in Jahrbuch für den Berg- und Hüttenmann 1869. S. 154. — Bulletin de la société de l'industrie minérale. Paris 1870. t. 15. p. 522.

[92]) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1871. S. 347.

[93]) Champion in Dingler polyt. Journal Bd. 202. S. 471.

[94]) Ebenda Bd. 201. S. 80. — Berggeist. Köln 1871. S. 407.

dabei namentlich auch wegen der nothwendigen Benutzung der Zünder zu theuer; diesem Uebelstande abzuhelfen, hat Nobel ein zweites Nitroglycerinpräparat, Dynamit B oder Kohlendynamit, von 1,2 specifischem Gewicht, angefertigt, welches auf der Königsgrube in Oberschlesien, auch auf österreichischen Gruben versucht worden ist und wahrscheinlich weniger Nitroglycerin enthält; die Versuche zeigten zwar in Bezug auf den Stückkohlenfall das Präparat günstiger, als den gewöhnlichen Dynamit, indess ist dasselbe für den Zweck auch jetzt noch zu theuer, jedenfalls aber empfiehlt sich seine Anwendung in nassen Kohlengewinnungsarbeiten.

Eine eigenthümliche Anwendung hat das Dynamit beim Niederbringen eines artesischen Brunnens in Dänemark gefunden. In einer Tiefe von (30 Ellen) 18,831 Meter stiess das Bohrloch auf eine feste Feuersteinlage, welche mit den vorhandenen Mitteln nur schwierig zu durchbrechen war. Nachdem die Bohrlochssohle gehörig gereinigt war, liess man vorsichtig eine mit 2 Pfund Dynamit gefüllte Flasche hinunter. Durch den Pfropfen der Flasche führten zwei durch Guttapercha isolirte Kupferdrähte, in denen die Flasche hing, bis zu Tage, wo sie mit einem elektrischen Apparat verbunden wurden. Alsbald nahm man eine Erderschütterung wahr, das Wasser wurde zum Bohrloch herausgeschleudert, woraus man die Wirkung der Explosion schloss. Das Feuersteinlager war in kleine Stücke geschlagen, so dass man die darunter liegende wasserreiche Erdschicht erreicht hatte und das Bohrloch sich schnell wieder mit Wasser füllte; dabei waren die oberen Wände des Bohrlochs und die sie schützenden Röhren unversehrt geblieben, so dass also das Dynamit — wie gewöhnlich — nur nach Unten gewirkt haben konnte.[95])

Ein grosser Vorzug des Dynamits ist seine gefahrlose Transportfähigkeit, wodurch es sich sehr vortheilhaft vor anderen Sprengmitteln auszeichnet. Es sind eingehende Versuche über die Einflüsse, denen das Dynamit beim Transport ausgesetzt ist, angestellt worden[96]) und dabei zur Evidenz constatirt, dass eine Gefahr bei dem Gebrauch, Lagern und dem Transport des Dynamits nicht vorliegt. Zunächst wurde der Einfluss der Temperatur geprüft. Man setzte Dynamit der Hitze des Wasserdampfs aus, wobei keine Flüssigkeit abtropfte; hätte man ein solches Abtropfen wahrgenommen, so hätten die Tropfen Nitroglycerin sein müssen, so dass aus dem Nichtabtropfen die Gefahrlosigkeit des Dynamits, wenn es beim Lagern oder dem Transport einer erhöhten Temperatur bis zu 100 Grad Celsius ausgesetzt wird, erhellt. Dynamit, welches 40 Tage lang einer Temperatur von 100 Grad Celsius ausgesetzt war, hatte nicht die geringste

---

95) Dingler a. a. O. — Berggeist a. a. O. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1872. S. 18.

96) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1870. S. 108. 136. — Untersuchungen zur Ermittelung der Gefährlichkeit des Dynamits beim Transport in Dingler polyt. Journal Bd. 193. S. 490. — Geh. Bergrath Dr. Burkart im Berggeist. Köln 1870. S. 366.

Veränderung in seinen Eigenschaften erlitten.[97]) Steigt die Temperatur bis zur Entzündung des Dynamits, so brennt dasselbe ruhig ab, falls es nicht in widerstandsfähige Behälter eingeschlossen ist: man muss also beim Lagern und dem Transport das Letztere vermeiden, alsdann birgt selbst bei Feuersbrünsten das Dynamit keine Gefahr der Explosion. Bei einem Sinken der Temperatur unter 8 Grad Celsius wird das Dynamit hart: eine direkte Gefahr ist bis jetzt aus diesem Umstande nicht constatirt, nur verliert das Dynamit dadurch seine Explosionsfähigkeit und muss, wie oben angegeben, weich gemacht werden, wobei allerdings gefährliche Explosionen hervorgerufen worden sind. Durch Concentration der Sonnenstrahlen zur Einwirkung des Lichts auf Dynamit bringt man dasselbe zur Entzündung, in Folge deren ein ruhiges Abbrennen bewirkt wird; eine Explosion kann auch in diesem Falle nur entstehen, wenn das Dynamit in widerstandsfähigen Behältern verschlossen ist. Da dies principiell vermieden werden muss und da eine so energische, bis zur Entzündung führende Concentration der Sonnenstrahlen ohne Absichtlichkeit nicht stattfindet, ist eine Explosion durch Sonnenwärme nicht zu befürchten.

Während Nitroglycerin in Folge des Stosses sehr leicht explodirt, ist dies beim Dynamit nicht der Fall. Man warf mit Dynamit gefüllte Kisten aus grosser Höhe auf Felsen herab, wodurch die Kisten zerbrachen, ohne dass das Dynamit explodirte; man schoss ferner messingene, mit Dynamit gefüllte Patronen mittelst einer Windbüchse gegen eine Felswand, wobei der Inhalt der dünnwandigen (von 0,5 Millimeter Dicke) Patronen explodirte, der der dickwandigen (von 1 Millimeter Dicke) aber nicht, obwohl die Wände verbogen waren. Man legte ferner Dynamit offen auf Platten von Gusseisen, Sandstein und von 40 Millimeter dickem Buchenholz und behandelte es mit einem eisernen Fallhammer, wobei das auf Eisen liegende Dynamit explodirte, doch darf die Intensität des Stosses nicht unter einer gewissen Gränze sinken, auf Steinplatten explodirte es nur in wenigen Fällen, auf Holz gar nicht. Hieraus resultirt, dass die relativ geringen Stösse, welchen das Dynamit beim Transport ausgesetzt ist, ohne alle Gefahr begleitet sind. In Paris will man die Wahrnehmung gemacht haben, dass eine Büchsenkugel auf einen Beutel mit Dynamit abgeschossen, dieses zur Explosion brachte, wogegen es durch einen solchen Stoss nicht explodirte, wenn es in Zinkbehälter verpackt war.[98])

Elektricität bringt nach den angestellten Versuchen keine Explosion hervor, so dass man den Schluss ziehen kann, dass auch Gewitter gefahrlos sind.

Ueber die Möglichkeit einer spontanen Zersetzung des Nitroglycerins, auf welche man vielfache Unglücksfälle beim reinen Sprengöl zurückzuführen hat, fehlen beim Dynamit bis jetzt noch alle Wahrnehmungen,

---

97) Javal und Garnier in bulletin de la société de l'industrie minérale t. 15. p. 503.

98) Dingler polyt. Journal Bd. 201. S. 39.

und scheint dieselbe nicht vorhanden zu sein; es wäre eine solche Eigenschaft, wenn sie dem Dynamit innewohnte, die einzige, welche zur Befürchtung einer Gefahr beim Lagern und beim Transport Veranlassung geben könnte. Bisher ist eine solche aber nirgends und in keiner Weise bekannt geworden und zu befürchten.

Hiernach muss das Lagern und der Transport von Dynamit — selbst auf Eisenbahnen — für ganz ungefährlich erachtet werden, wenn nur die Grundbedingung inne gehalten wird, dass das Dynamit vorschriftsmässig präparirt, nicht in widerstandsfähigen Gefässen verpackt und nicht hermetisch verschlossen wird. Der Transport des Dynamits auf Eisenbahnen ist deshalb in verschiedenen Ländern gestattet.[99])

Hiermit steht auch völlig im Einklange, dass bis jetzt auch noch nirgends Unglücksfälle aus dem Gebrauch, dem Lagern und dem Transport des offenen und nicht mit Zünder versehenen Dynamits bekannt geworden sind. Die Fälle, welche wir kennen, haben ganz bestimmte Veranlassungen gehabt. Bei Köln explodirte Dynamit in einer neu erbauten Fabrik und machte dieselbe dem Erdboden gleich: es steht ziemlich ausser Zweifel, dass hier das zur Fabrikation benutzte Nitroglycerin die Veranlassung zur Explosion gab; derselbe Fall liegt vor bei der i. J. 1870 stattgehabten Explosion in einer Fabrik von Nobel im Herzogthum Lauenburg. Auf einer Grube bei Püttlingen unweit Saarbrücken[100]) und auf der Fuchsgrube bei Waldenburg haben in den Laboratorien, in welchen die Schlagpatronen fertig gemacht wurden, d. h. in welchen die Zünder in die Patronen eingeführt wurden, Explosionen stattgefunden, wodurch die Gebäude zerstört und Menschen getödtet wurden: hier ist es ausser Zweifel gestellt, dass die Zünder Feuer gefangen haben, in beiden Fällen wahrscheinlich durch den Ofen, im letzteren vielleicht durch sträfliches Tabakrauchen; dadurch, dass eine Schlagpatrone explodirte, wurden auch die übrigen, bereits fertig gestellten in Mitleidenschaft gezogen und richteten die stattgefundenen Verheerungen an. Abgesehen also von dem dem Dynamit nicht zur Last fallenden Ereignisse bei Köln und im Herzogthum Lauenburg sind Gefahr bringende Explosionen nur da zu constatiren, wo das Dynamit in Form von Patronen durch Einbringen von Zündhütchen bereits explodirbar gemacht worden war. Ob, wie es von Burkart behauptet wird,[101]) die stattgehabten Explosionen auf einigen Gruben im rheinischen Revier der unrichtigen Behandlung angeblich hart gewordenen Dynamits, in welchem also das Nitroglycerin erstarrt war, zuzuschreiben ist, scheint nach den neueren Erfahrungen ziemlich glaubhaft zu sein.

Auch die neuerdings (November 1870) stattgehabte Explosion in der Nobel'schen Fabrik bei Prag wird diesem Umstande zugeschrieben, indem

---

99) Oesterr. Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenwesen Jahrg. 1870. S. 151.

100) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenwesen in Preussen Bd. 16. B. S. 325.

101) Geh. Bergrath Burkart im Berggeist. Köln 1870. S. 366.

ein Arbeiter beim Patronenmachen die in den dazu benutzten Messingcylindern durch niedrige Temperatur hart gewordene Dynamitmasse, ohne sie zuvor wieder zu erwärmen und zu erweichen, mittelst des Stempels durch Hammerschläge in die Patronen hineinzudrücken versucht und dadurch die Explosion bewirkt haben soll.[102]) Der Beweis für diese Vermuthung ist indess nicht geführt: explodiren konnte in diesem Falle die hart gewordene Masse im Cylinder, die bereits verpackten 30 Centner Dynamitpatronen und 15 Kilogramm fertige Dynamitmasse hätten einfach abbrennen müssen, ohne zu explodiren. Die Explosion einer Fabrik bei Beuthen in Oberschlesien scheint unzweifelhaft Fehlern bei der Nitroglycerindarstellung zuzuschreiben zu sein. — Bei Saarbrücken ist man der Gefahr von Explosionen fertig gestellter Patronen bereits dadurch entgegengetreten, dass man die Heizung des Raumes nicht mehr durch einen Ofen, sondern durch Dampf bewirkt, wodurch allerdings die Möglichkeit einer Entzündung des Dynamits oder der Zünder beseitigt ist. Die grösste Gefahr scheint uns aber darin zu liegen, dass die Schlagpatronen auf Vorrath gefertigt werden, denn sie unterliegen auf dem Wege vom Laboratorium durch den Schacht bis zum Gebrauchsort so vielen Zufälligkeiten, dass eine Explosion sehr leicht auf demselben denkbar ist; es ist allerdings empfehlenswerth, das wichtige Geschäft des Zurechtmachens der Schlagpatronen für die ganze Grube einem einzigen zuverlässigen Manne anzuvertrauen, es unterliegt aber keinem Bedenken, dies immer nur beim wirklichen Bedarf thun zu lassen und dann — abgesehen vom Schachtabteufen, wo es über Tage geschehen muss — nur in der Grube.

Die grossen Vorzüge des Dynamits sind auch von dem österreichischen Oberstlieutenant Isidor Trauzl durch eingehendes Studium und Experimentiren erkannt und festgestellt; derselbe weist nach, dass dasselbe in seinen Leistungen und in seinen ökonomischen Resultaten, sowie in seiner Ungefährlichkeit alle anderen älteren und neueren Sprengmittel, einschliesslich der neuesten Nitroglycerinpulver (Dualin, verbesserter Lithofracteur) weit überragt.[103]) — Auch in Frankreich hat man die Vorzüge des Dynamits seit dem Kriege erkannt und dieses Material vielfach eingeführt. Beim Betriebe des Tunnels von Montpellier erreichte man in einem Arbeitstage eine Leistung: in den Richtschächten mit Schiesspulver nur 0,08 Meter, dagegen mit Dynamit 0,30 Meter, beim Fortbetrieb der Stollnörter mit Schiesspulver 0,30 Meter, mit Dynamit 1,30 Meter.[104])

Im Erzgebirge soll eine unvermuthete Explosion in der Grube dadurch stattgefunden haben, dass man nicht völlig abgehobene Bohrlöcher (sogen. Pfeifen) zum Weiterbohren benutzte; so unzweifelhaft bei Anwendung des

[102]) Oesterr. Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenwesen. Wien 1871. S. 28.

[103]) I. Trauzl: explosive Nitrilverbindungen. Wien 1870. — Oesterr. Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenwesen. Wien 1871. S. 131. — Glückauf. Essen. Jahrg. 1870. No. 29.

[104]) Barbe in Dingler polyt. Journal Bd. 202. S. 542.

Nitroglycerins derartige Gefahr vorliegt, so ist sie beim Dynamit kaum zu erklären, da dasselbe bei Explosionen vollständig abbrennt. Wahrscheinlich ist es, dass im vorliegenden Falle das benutzte Dynamit zu ölreich gewesen und daher Nitroglycerin im Bohrloch zurückgeblieben ist, wodurch die Explosion beim Fortbohren vermöge der auf den Bohrer geführten Schläge entstand; möglich auch ist es, dass keine wirksame Explosion, sondern nur ein unvollständiges Abbrennen des Dynamits stattgefunden hat, so dass unverbranntes Dynamit in der Pfeife zurückblieb und durch die Fäustelschläge explodirte. Jedenfalls sollten überall Anordnungen getroffen werden, stehenbleibende Pfeifen nicht zum Fortbohren zu benutzen.[105])

Ein sorgfältiges Augenmerk wird auf das hart gewordene Dynamit zu richten sein, denn da es bis jetzt noch nicht sicher gelungen ist, dasselbe unmittelbar zur Explosion zu bringen, muss man es vor dem Gebrauch weich machen, wobei, wie oben angegeben, die verheerendsten Unglücksfälle stattgefunden haben. Das einfachste und ungefährliche Mittel ist, die Patronen von den Arbeitern bei sich führen zu lassen, da die Körperwärme ein Hartwerden verhindert, nur dürfen diese Patronen noch nicht zu Schlagpatronen hergestellt sein. Will man erhärtete Patronen erweichen, so darf dies niemals direkt durch Feuer geschehen, indem alsdann das Nitroglycerin im Dynamit sich in Gasform umsetzt und durch die Stösse, welche das Entweichen der Gase hervorruft, die Detonation bewirkt wird. Nobel hat zum Aufthauen eine Blechflasche mit doppelten Wandungen empfohlen; zwischen die beiden Wände füllt man Wasser und legt die Patronen in das Innere der Flasche. Indem man das Wasser erwärmt, erhält der ganze Apparat eine solche Temperatur, dass das Dynamit weich wird; da die Temperatur überhaupt nicht höher, als 100 Grad Celsius, steigen kann, ist jede Gefahr bei diesem Aufthauen im Wasserbade vermieden.

In den Gebrauchsanweisungen, welche die Oberbergämter zu Bonn[106]) und zu Dortmund[107]) erlassen haben, ist auf die bisher bekannt gewordenen gefährlichen Eigenschaften des Dynamits gebührende Rücksicht genommen.

*dd.* Dualin.

Ein anderes Nitroglycerinpulver wird von dem Lieutenant Dittmar zu Charlottenburg unter dem Namen Dualin[108]) seit 1869 angefertigt.

---

105) Turley a. a. O.

106) Berggeist. Köln 1871. S. 591.

107) Glückauf. Essen 1871. No. 46.

108) Gebrauchsanweisung von Carl Dittmar. Charlottenburg, den 1. Juli 1869. — Der Berggeist. Jahrg. 1869. S. 270. 346. Jahrg. 1870. S. 290. 393. — Glückauf. Jahrg. 1869. No. 30. Jahrg. 1870. No. 8. 29. — Dingler polyt. Journ. Bd. 196. S. 89. — Zeitschr. f. Berg-, Hütten- u. Salinenwesen Bd. 16. S. 332. — Oesterr. Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenwesen. Wien 1870. S. 53. 150. — Der Civilingenieur. Leipzig 1870. Bd. 16. Notizblatt S. 70. — The Engeneering and Mining Journal. New York. Vol. 10. p. 119. 311.

Es ist ein gelbbraunes Pulver; als Träger des Nitroglycerins wird von Einigen Sägemehl, von Anderen Schultze'sches chemisches Schiesspulver angegeben: das Letztere scheint das Richtige zu sein, wenn man die von Dittmar selbst gemachte Angabe erwägt, dass eine Selbstzersetzung des Nitroglycerins in seinem Pulver nicht möglich ist, weil ein Sauerwerden desselben durch die beigefügten und innig vermischten basischen Salze verhindert wird; hiermit stimmt auch die dem Patentgesuch in Amerika zu Grunde liegende Beschreibung der Fabrikation überein, wonach das Dualin aus Cellulose, Nitrocellulose, Nitrostärke, Nitromannit und Nitroglycerin bestehen soll. Die Zusammensetzung wird andererseits [109]) angegeben: 50 Gewichtstheile Nitroglycerin, 30 desgl. feine Sägespäne, 20 desgl. Kalisalpeter. Wie das Dynamit brennt auch das Dualin im Freien ohne Explosion, dagegen explodirt es im verschlossenen Raum, wenn es entzündet wird, daher wendet man bei ihm einen festen Besatz an und entzündet es, wie schwarzes Pulver, mittelst Zündhalm oder Raketchen; nur wenn man einen losen Besatz giebt oder bei der Verwendung unter Wasser muss man ein Zündhütchen zur Zündung benutzen. Hierin liegt ein Nachtheil gegen Dynamit, da durch die regelmässige Zündung mittelst Zündhütchen ein Expledіren der ganzen Ladung sicher ist, während bei der Zündung des Dualins mittelst Zündfaden sehr leicht ein Ausbrennen ohne Explosion stattfinden kann. Hierfür spricht auch die Wahrnehmung, welche man auf den Gruben des Märkisch-Westfälischen Vereins bei Iserlohn, ebenso wie auf der Königsgrube, Königin Luisen-Grube, auf den Gruben bei Tarnowitz in Oberschlesien in Bezug auf die Verbrennungsgase gemacht hat, indem sie hier meistentheils stechend und dem Befinden der Arbeiter nachtheilig befunden wurden, während sie in anderen Revieren vollständig unschädlich und die Weiterarbeit nicht hindernd wahrgenommen wurden. Das Letztere ist der Fall, wenn das Dualin vollständig explodirt, das Erstere, wie es auf der Königsgrube deutlich beobachtet ist, wenn nur eine theilweise Explosion, im Uebrigen ein Ausbrennen des Dualins stattfindet. Die Vorzüge, welche das Dynamit in Bezug auf Arbeits- und Zeitersparung besitzt, sollen auch dem Dualin innewohnen, auch soll — dies wird auch von der Königsgrube berichtet — die Wirkung im Kohl, wahrscheinlich wegen eines geringeren Nitroglyceringehalts, welcher nur 40 bis 50 Procent betragen soll, den Stückkohlenfall mehr begünstigen, als Dynamit. Da der Preis des Dualins geringer, als der des Dynamits ist, würde seine Einführung schon allgemeiner geworden sein, wenn die schädliche Gasentwickelung beseitigt werden könnte. Der Erfinder behauptet auch, dass das Dualin bei keiner Temperatur hart werde und immer die teigige Beschaffenheit behalte; es wäre dies ein Vorzug, welcher die Gefährlichkeit dieses Sprengstoffes noch geringer machte, als die des Dyna-

---

[109]) Deutsche Industrie-Zeitung Jahrg. 1870. No. 29. — Dingler polyt. Journal Bd. 197. S. 291.

mits. Indess wird von Versuchen aus Oesterreich berichtet,[110]) wonach das Dualin gefroren sein soll und bei seiner Behandlung mit einem Meissel explodirt ist.

*ee.* Verbesserter Lithofracteur.

Eine andere Nitroglycerinverbindung ist der von den Gebr. Krebs und Comp. zu Deutz bei Köln dargestellte verbesserte Lithofracteur,[111]) in neuerer Zeit Lithofracteur-Dynamit genannt. Auch in diesem ist der Hauptbestandtheil Nitroglycerin; welcher Stoff dessen Träger ist, hat man bis jetzt noch nicht constatirt, doch wird vermuthet, dass es der S. 178 besprochene Lithofracteur, ein Gemisch von Salpeter, Schwefel und mit Salpetersäure behandeltem Sägemehl sei. Andererseits[112]) wird folgende Zusammensetzung angegeben: 52 Gewichtstheile Nitroglycerin, 30 desgl. Kieselguhr und Sand, 12 desgl. Steinkohle, 4 desgl. Natronsalpeter, 2 desgl. Schwefel, wonach man es mit Dynamit zu thun hätte, welchem ein sehr schlecht zusammengesetztes, einen Ueberschuss an Kohle enthaltendes Schwarzpulver beigemengt ist. Es ist eine schwarze mit braunen Schuppen gemengte teigartige Masse, fettig anzufühlen, sinkt im Wasser zum Theil unter, zum Theil schwimmt es darauf, hat ein specifisches Gewicht = 0,94. Frei an der Luft liegend, brennt es ohne Explosion ruhig ab; in Bohrlöchern bedarf es nur eines losen Besatzes, muss aber mit Zündschnur und Zündhütchen zur Explosion gebracht werden, wird ebenso wie das Dynamit unter Wasser angewendet. Von den Erfindern werden diesem Sprengmittel dieselben Vorzüge, wie dem Dynamit, zugewiesen, wonach es im Vergleich zum schwarzen Pulver Ersparnisse an Arbeit, Zeit, Sprengmaterial und Gezähekosten herbeiführen und beim Transport und bei der Behandlung gefahrlos sein soll. Die Gefahrlosigkeit beim Transport ist durch Versuche erwiesen, welche man im Arsenal zu Woolwich anstellte, wonach Lithofracteur, welches in einer Masse von 5 Pfund in einem Kasten an einen Puffer eines Eisenbahnwagens befestigt war, nicht explodirte, als man diesen Eisenbahnwagen eine geneigte Ebene hinunterlaufen und auf einen mit Steinen beladenen Wagen aufstossen liess.[113]) Als ein Vorzug

---

[110]) Oesterr. Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenwesen. Wien 1870. S. 108.

[111]) C. Luckow: über Sprengpulver und Sprengpulver-Surrogate, mit bes. Berücksichtigung eines neuen von der Firma Gebr. Krebs & Comp. in Deutz unter dem Namen verb. Lithofracteur in den Handel gebrachten Sprengmaterials. Deutz, im November 1869. — Derselbe: 1. Nachtrag. Deutz, im Februar 1870. — „Glückauf." Essen 1869. No. 28. 31. 40. Jahrg. 1870. No. 29. — Der „Berggeist." Köln 1869. S. 358. 397. 404. Jahrg. 1870. S. 397. 415. — Oesterr. Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenwesen. Wien 1869. S. 301. Jahrg. 1871. S. 25. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1870. S. 235. — The Engeneering and Mining Journal. New York. Vol. 10. p. 153. — The Mechanics' Magazine. London. Vol. 94. p. 347.

[112]) Deutsche Industrie-Zeitung Jahrg. 1870. No. 29. — Dingler polyt. Journal Bd. 197. S. 290. — Berg- u. hüttenm. Ztg. Leipzig 1870. S. 388.

[113]) Annales des mines. Paris. t. 19. p. 429.

vor dem Dynamit wird gleichzeitig angegeben, dass es bei einer Temperatur unter 8 Grad Celsius nicht unexplodirbar werde, wie es angeblich mit dem Dynamit der Fall sein soll, was aber, wie oben gezeigt, in der That nicht der Fall ist. Trotz dieses vermeintlichen Vorzuges wird von den Verfertigern der Rath ertheilt, das Sprengmittel in Räumen, deren Temperatur nicht unter 10 Grad Celsius sinkt, aufzubewahren, was darauf schliessen lässt, dass bei einer niedrigeren Temperatur auch die Explodirbarkeit des verbesserten Lithofracteurs nicht ganz sicher ist, auch wird gewarnt, denselben zwischen den Bergen zu verstreuen, was den Schluss erlaubt, dass dieses Sprengmittel die Gefahrlosigkeit des Dynamits nicht theilt. Jedenfalls ist dasselbe noch durch weitere eingehende Versuche zu erproben. Solche Versuche wurden auf der Königsgrube in Oberschlesien angestellt, wo man sich davon überzeugte, dass das Dynamit besser wirkt und eine vortheilhaftere Arbeit gestattet, so dass die Arbeiter erklärten, bei dem Gedinge nicht weiter arbeiten zu können, wenn sie nicht zum Dynamit zurückkehren dürften.

### *ff.* Coloniapulver.

Das Coloniapulver[114]) wird von den Gebrüdern Wasserfuhr und Comp. zu Köln dargestellt und ist gleichfalls ein Nitroglycerin enthaltendes Pulver, indem 30 bis 35 Procent desselben an ein dem gewöhnlichen Schwarzpulver nachgebildetes gebunden sind; es muss mit einer künstlichen Zündung zur Explosion gebracht werden. Noch sind ausgedehntere Versuche mit diesem Pulver nicht angestellt; die bisher auf Gruben des Siegener Bezirks vorgenommenen haben nicht solche Resultate ergeben, dass eine grössere Verwendung und namentlich eine Concurrenz mit Dynamit zu erwarten ist.

### *gg.* Fulminatin.

Dr. Justus Fuchs, welcher früher im Auftrage von Alfred Nobel Dynamitfabriken in Amerika gebaut hat und jetzt eine solche in Oberschlesien leitet, hat ein neues Nitroglycerinpräparat angegeben, welches statt 75 Procent Nitroglycerin im Dynamit davon 85 Procent und als Träger statt der Infusorienerde 15 Procent einer chemisch präparirten Substanz enthält. Diese letztere soll ein viel grösseres Absorptionsvermögen besitzen und ausserdem vor der Infusorienerde des Dynamits den Vortheil gewähren, dass sie bei den einzelnen Explosionen sich in Gas verwandelt und kaum einen Rückstand zurücklässt. Näheres ist über dieses Sprengmittel nicht bekannt, da es noch nicht im Grossen zur Darstellung und Anwendung gelangt ist.[115])

In Bezug auf das Dynamit und alle Nitroglycerinpräparate ist noch die Frage aufzuwerfen, warum sie nicht so empfindlich gegen den Stoss

---

[114]) Geh. Bergrath Dr. Burkart im Berggeist. Köln 1870. S. 416.
[115]) Der Berggeist. Köln 1872. S. 38.

und deshalb gefahrloser, als Nitroglycerin, sind? Es tritt hierbei derselbe Umstand ein, wie wenn man ein Wurfgeschoss gegen einen Sandhügel abschiesst; der Stoss theilt sich der Sandmasse nicht mit, die Kraft des Geschosses ist so beschränkt, dass es nur wenige Millimeter unter der Oberfläche liegen bleibt, nachdem es völlig abgeplattet ist und die unmittelbar in der Nähe befindlichen Sandtheile zusammengedrückt hat. Der auf das Dynamit u. s. w. ausgeübte Stoss führt ebenso ein Zusammendrücken der benachbarten Körner der festen Masse herbei und verrückt ihre Lage, aber ohne einen eben so heftigen Schlag auf das Netz von Poren, in welchem das Nitroglycerin zurückgehalten wird, auszuüben, so dass die Wirkung des Stosses, gegenüber dem reinen Sprengöl, gewissermassen abgeschwächt wird, ohne den Erfolg zu hindern, wenn die Detonation einmal bewirkt ist.[116])

#### *hh.* Nobel's neue patentirte Pulvermischungen.

Nobel soll in neuerer Zeit Mischungen hergestellt haben, welche je nach den quantitativen Verhältnissen der Bestandtheile mehr oder weniger kräftig wirken. Die stärkste Mischung besteht aus 68 Theilen salpetersaurer Baryterde und 12 Theilen an Kohlenwasserstoffen reicher Kohle, getränkt mit 12 Theilen Nitroglycerin; nahezu gleichkräftig ist die Mischung von 70 Theilen salpetersaurer Baryterde, 10 Theilen Harz und 12 Theilen Nitroglycerin. Ein Zusatz von 5 bis 6 Theilen Schwefel soll die Wirkung beider Mischungen erhöhen. Die Zündung erfolgt mittelst Knallsatz und Zündschnur.[117])

### 4. Schiessbaumwolle.

Die Schiessbaumwolle ist von Schönbein erfunden und von ihm Pyroxylin genannt, ursprünglich durch Auflösung von Collodium in Aether, dann aber durch Behandlung von Pflanzenfaser mit Salpetersäure dargestellt. Die Cellulose (Pflanzenfaser, Zellensubstanz, auch die Holzfaser) hat eine Zusammensetzung von $C_{12}H_{10}O_{10}$, behandelt man dieselbe mit Salpetersäure, so entsteht Pyroxylin, indem Wasser austritt, und zwar aus $C_{12}H_{10}O_{10} + 3\,(NO_5\,HO)$ wird $C_{12}H_7\,(NO_4)^3O_{10} + 6\,HO$, bei dessen Verbrennung Kohlensäure, Kohleroxyd, Stickstoffoxyd und Wasser entsteht. Gewöhnlich nahm man früher Baumwolle, welche in Schnüre gedreht und 48 Stunden lang in concentrirte Salpetersäure oder in ein Gemenge derselben mit 2 Theilen Schwefelsäure eingelegt wird, nach dem Auspressen der Säure wird das Präparat wochenlang in fliessendem Wasser ausgewaschen, alsdann, um eine langsamere Verbrennung zu bewirken, mit einer Lösung von Kaliwasserglas behandelt und demnächst getrocknet.[118]) Im

[116]) Javal et Garnier in bulletin de la société de l'industrie minérale. Paris. t. 15. p. 503.

[117]) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1872. S. 55.

[118]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen 1866. S. 256.

äusseren Ansehen hat sich die Baumwolle nach der Behandlung kaum verändert, dagegen in chemischer Beziehung vollständig, sie enthält reichlich Untersalpetersäure und explodirt bei Zutritt von Luft durch Anzünden oder einen raschen Schlag, da sie nur 50 bis 150 Grad Celsius zur Entzündung bedarf, während Pulver erst bei 300 Grad Celsius explodirt. Wasser verändert die Schiessbaumwolle nicht, aber bei längerem Aufbewahren zersetzt sie sich theilweise und wird weniger brauchbar. Nach den angestellten Versuchen soll sie eine viel stärkere Wirkung als das Pulver haben, die von Combes und Flandin auf das Vierfache, von Séguier auf das Sechsfache, von Tamper auf das Doppelte angegeben wird; sie nimmt daher weniger Raum ein, als das zu gleicher Wirkung nöthige Pulver, und bedarf deshalb nur flacherer Bohrlöcher, sie ist aber viel theurer, sehr gefährlich beim Besetzen und zu veränderlich beim Aufbewahren. Dieser Vorwurf, sowie der Umstand, dass das Fabrikat nicht gleichmässig ausfiel, sondern bald grössere, bald geringere Kraftentwickelung besass, auch die Plötzlichkeit der Explosion haben der Anwendung der Schiessbaumwolle grossen Eintrag gethan. In neuester Zeit soll es gelungen sein, diese Uebelstände zu beseitigen, auch hat man der Schiessbaumwolle durch Vermengung mit weniger oder gar nicht explodirbarer Baumwolle oder durch mechanische Verdichtung zu einer homogenen Masse eine bessere Benutzungsfähigkeit zu Theil werden lassen.[119]) Ferner hat man durch Verarbeitung der Schiessbaumwolle zu breiigen Massen nach Art der Papierfabrikation, welche mit wenig Gummi angerührt nach dem Trocknen zu Körnern zerkleinert werden, ihre Verwendung als Schiessmaterial sehr befördert.[120]) Ausgedehnte Anwendung[121]) hat man in Steinbrüchen bei Komorn, die das Material für Befestigungsarbeiten gaben, und bei den Wallsprengungen zu Wien gemacht und hat sehr befriedigende Resultate gewonnen. Zu Komorn fertigte man volle cylinderische Patronen, indem man (4 Loth) $66^2/_3$ Gramm Wollfäden über einander wickelte und Cylinder von ($4^1/_{10}$ Zoll) 107 Millimeter Länge, (2 Zoll) 52 Millimeter Durchmesser bildete; in Wien machte man hohle Patronen, indem man über einem Pappcylinder von (5 Zoll) 131 Millimeter Länge und (4 Linien) $8^3/_4$ Millimeter Durchmesser (3 Loth) 50 Gramm Wollfäden wickelte, durch den hohlen Raum wnrde eine rasche und gleichmässige Entzündung bewirkt, worauf es bei der Wolle sehr ankommt; Bohrlöcher mit 5 Stück hohlen (3 löthigen) 50 Gramm schweren Patronen, also (25 Zoll) 654 Millimeter mit (15 Loth) 250 Gramm Ladung gaben dasselbe Resultat wie 6 Stück volle (4 löthige) $66^2/_3$ Gramm schwere, also (25 Zoll) 654 Millimeter mit (24 Loth) 400 Gramm. Die Bohrlöcher erhielten einen Durchmesser von (2 bis $2^1/_3$ Zoll) 52 bis 61 Millimeter, um die Patrone bequem

---

119) Dingler polyt. Journal Bd. 185. S. 148.

120) Ebenda S. 154. 157.

121) Oppermann in Zeitschr. des hannöv. Architekten- u. Ingenieur-Vereins 1861. S. 264.

einbringen zu können; bei einer Ladung von (12 bis 54 Loth) 200 bis 900 Gramm genügte ausser dem ersten Pfropfen und einer Schicht von (2 Zoll) 52 Millimeter Hobelspänen über diesem ein Besatz von (6 bis 18 Zoll) 157 bis 471 Millimeter. In den Bergwerken zu Californien und Nevada[122]) wird jetzt ganz allgemein Schiessbaumwolle angewendet, und man ist mit den gewonnenen Resultaten sehr zufrieden, namentlich wird als eine gute Eigenschaft gerühmt, dass sie keinen Rauch zurücklässt, was bei den mangelhaft ventilirten Grubengebäuden von grossem Werth sein muss.

Die von Schönbein erfundene und durch von Lenk nach den oben angegebenen Grundzügen verbesserte Darstellung der Schiessbaumwolle hat durch Abel in der Fabrik von Stowmarket, Suffolk, eine durchgreifende Vervollkommnung erfahren.[123]) Derselbe wählt nicht gewöhnliche Baumwolle oder versponnene langhaarige Baumwolle, sondern sogenannten Maschinenabfall (machinery waste), welcher ganz rein und von lockerer Beschaffenheit sein muss, so dass die Säure ihn leicht durchdringen kann. Die Umwandlung in Schiessbaumwolle oder Trinitrocellulose erfolgt folgendermassen. Die sorgfältig getrocknete Baumwolle wird, immer in kleinen Quantitäten auf einmal, in eine vollkommen kalte Mischung von 1 Theil Salpetersäure von 1,5 specifischem Gewicht und 3 Theilen Schwefelsäure von 1,85 specifischem Gewicht eingetaucht und demnächst 24 Stunden lang mit ungefähr ihrem zehnfachen Gewicht des Säuregemisches in Berührung gelassen, damit ihre Umwandlung möglichst vollständig stattfinde. Die Gefässe, in denen diese Einwirkung stattfindet, werden verschlossen und möglichst kühl gehalten. Nach Ablauf der vorgeschriebenen Zeit bringt man den Inhalt der Gefässe in einen Centrifugalapparat, durch welchen der grösste Theil der überflüssigen Säure beseitigt wird. Darauf taucht man mit Hilfe einfacher mechanischer Vorrichtungen und in sehr kleinen Quantitäten auf einmal die Schiessbaumwolle in ein grosses Volumen Wasser, um die zurückgebliebene Säure so schnell mit Wasser zu verdünnen, dass eine Erhitzung und eine durch dieselbe veranlasste heftige oxydirende Wirkung der Salpetersäure auf die Schiessbaumwolle vermieden wird, eine Wirkung, welche selbst bei der kürzesten Dauer einen nachtheiligen Einfluss auf die Qualität und wohl auch auf die Haltbarkeit des Produkts ausübt. Es ist diese Vorsichtsmassregel eine hervorragende Verbesserung in dem Verfahren von Abel. — Nach dieser vorläufigen Waschung wird die Schiessbaumwolle im Centrifugalapparat ausgeschleudert und dann die Waschung und Ausschleuderung noch zweimal wiederholt. Darauf bearbeitet man die Schiessbaumwolle in einem Holländer, wie sie zur Darstellung von Papierzeugen benutzt werden, wodurch sie in den Zustand feiner Zertheilung versetzt wird, welcher für die spätere Umwandlung in

[122]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen 1866. S. 270. — Auch neuerdings gerühmt in berg- u. hüttenm. Zeitg. v. Kerl u. Wimmer. Leipzig 1868. S. 132.

[123]) Dingler polyt. Journal Bd. 202. S. 371. — The Mechanics' Magazine. London. Vol. 95. p. 135. 136.

eine homogene comprimirte Masse nothwendig ist, wobei zugleich eine gründliche Reinigung stattfindet, die bei der nächsten Operation fortgesetzt wird. Diese besteht in der Behandlung in einer Kochmaschine (poaching machinery), in welcher die Schiessbaumwolle in einem sehr grossen Volumen warmen, von Zeit zu Zeit erneuerten Wassers umhergeschlagen wird. Dieses Waschen wird ununterbrochen fortgesetzt, bis die Schiessbaumwolle bei sorgfältigster Untersuchung vollkommen rein befunden wird, was ungefähr 48 Stunden dauert. Diese Waschmethode ist ein Hauptvorzug des neuen Verfahrens, da bei dem früheren innerhalb der Fasern hartnäckig Unreinigkeiten zurückblieben, welche auch bei dem durch von Lenk angegebenen wochenlangen Auswaschen in fliessendem Wasser und nachherigem Kochen in verdünntem Alkali nicht beseitigt wurden. Nach Beendigung der Waschung wird die breiförmige Masse geformt und durch Pressen in einer hydraulischen Presse in compakte Stücke von cylinderischer oder anderer Form und von der etwaigen Dichtigkeit des Wassers verwandelt. Während der ganzen Fabrikation ist die Schiessbaumwolle nass, also absolut unentzündbar. Nach der Compression wird das Produkt auf heissen Platten, zu denen die Luft freien Zutritt hat, getrocknet und dann in leichte, hölzerne Kisten verpackt. Gegen das frühere Fabrikat zeichnet sich die so dargestellte Schiessbaumwolle durch Dichtigkeit, Gleichmässigkeit, Haltbarkeit und Sicherheit aus. Sie muss sehr fest verschlossen sein, wenn sie durch Flamme zur Explosion gebracht werden soll; wird sie in offener Luft oder in gewöhnlicher Verpackung entzündet, so brennt sie ruhig ab. Aber auch in offener Luft kann sie durch die Wirkung einer Detonation z. B. von Knallquecksilber zu verheerender Explosion gebracht werden.

Punshon will im Stande sein, Schiessbaumwolle von jeder gewünschten Explosivkraft darzustellen[124]) und für jeden verlangten Zweck anzupassen und ein vollständig gleichmässiges Fabrikat zu sichern; auch soll seine Schiessbaumwolle aufbewahrt werden können, ohne Neigung zur Zersetzung oder zur freiwilligen Explosion zu gewinnen, welche Eigenschaften sonst der Schiessbaumwolle zum Nachtheil gereichen. Er bedeckt die Schiessbaumwolle mit Pulver von Zucker, Potasche oder anderen Salzen, um die einzelnen Theile der Wolle von einander zu trennen; durch Veränderungen in der Quantität des beigemengten Pulvers will er die verschiedene Explosivkraft erreichen.

Durch ausgedehnte Versuche in Woolwich und Chatham[125]) hat man festgestellt, dass Schiessbaumwolle, auch wenn sie nicht comprimirt ist

[124]) The Mining Journal. London 1872. S. 65. 75.

[125]) Dingler polyt. Journal Bd. 192. S. 165. — Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure Bd. 13. S. 334. — Berg- u. hüttenm. Ztg. von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1869. S. 295. — Oesterr. Zeitschr. für Berg- u. Hüttenwesen. Wien 1869. S. 360. — Der Naturforscher. Jahrg. 1869. S. 309. — Geh. Bergrath Dr. Burkart im „Berggeist“. Köln 1870. S. 343. — The Engeneering and Mining Journal. New York. Vol. 10. p. 177.

und ohne fest eingeschlossen zu sein, an freier Luft durch Stoss mittelst Knallsatz schnell und heftig explodirt; ihre Wirkung soll der des Nitroglycerins und des Dynamits mindestens nicht nachstehen und die des schwarzen Pulvers um das Zehnfache übertreffen. Neuere Versuche zu Chatham sollen von Neuem die Ueberlegenheit der Schiessbaumwolle über das gewöhnliche Schiesspulver herausgestellt haben.[126]) Die Anwendbarkeit der Schiessbaumwolle würde aus dem Umstande, dass sie alsdann keines oder nur losen Besatzes bedarf, sehr an Gebrauchsfähigkeit gewinnen, indem ihre Gefährlichkeit hauptsächlich darin besteht, dass sie im comprimirten Zustande beim festen Besetzen leicht explodirt. Zur Zündung wurden die von Nobel beim Dynamit angewendeten Patentzünder benutzt,[127]) welche, nach der Fig. 91, aus dem die Zündmasse enthaltenden kupfernen

Fig. 91.




Röhrchen a und dem gewöhnlichen Zünder b bestehen; nachdem man b in a eingeschoben hat, wird die Nase c mittelst Zange fest an den Zünder geklemmt, so dass eine gegenseitige Verschiebung nicht möglich ist. Diese Zündungsart erübrigt auch bei der Anwendung der Schiessbaumwolle unter Wasser die Nothwendigkeit der Verpackung in eine feste Kapsel, es ist vielmehr nur eine wasserdichte Umhüllung der losen Schiessbaumwolle erforderlich.

Auch über die Transportfähigkeit der Schiessbaumwolle hat man in England Versuche angestellt, weil die Eisenbahnverwaltungen den Transport verweigerten. Es hat sich dabei ergeben,[128]) dass Schiessbaumwolle, in Kisten verpackt, an freier Luft mittelst Zünder entzündet mit grossen Flammen ohne Explosion abbrannte. Legte man solche Kisten auf das Eisenbahngeleis und überfuhr sie mit Kohlenwagen, so entzündeten sich einzelne, andere nicht, in keinem Falle fand eine Explosion statt; beim Ueberfahren mit Locomotiven entzündete sich die Schiessbaumwolle ohne Explosion. Befestigte man Schiessbaumwolle an einen Radreifen und liess den Wagen über die Schienen laufen, so fand jedes Mal Explosion statt, dieselbe erstreckte sich aber nur auf die wirklich zwischen Schienen und Radreifen befindlichen Partikelchen, das Uebrige brannte mit ruhiger Flamme ab. Hieraus hat man den Schluss gezogen, dass der Transport der Schiessbaumwolle auf Eisenbahnen ungefährlich sei.

---

[126]) The Mechanics' Magazine vom 20. Mai 1870. S. 370.
[127]) Dingler polyt. Journal Bd. 192. S. 405.
[128]) Ebenda, Bd. 189. S. 78.

Dennoch hat man auch bei der Darstellung dieses Präparats eine furchtbare Explosion der Fabrik in Stowmarket in England zu beobachten gehabt, deren Ursachen indess nicht evident festgestellt worden sind; es scheint aber auch hier, wie bei den Explosionen der Fabriken von Nitroglycerinpräparaten, die sorgfältige Abkühlung des Säuregemisches versäumt worden zu sein.[129])

Bleekrode hat gefunden, dass Schiessbaumwolle, wenn sie mit einer leicht entzündbaren Flüssigkeit, wie Schwefelkohlenstoff, Aether, Benzin oder Alkohol benetzt ist, bei der Entzündung durch den elektrischen Funken oder durch andere Zündungsmittel nicht explodirt, sondern langsam abbrennt, weshalb er vorschlägt, Schiessbaumwolle beim Lagern zur Sicherung gegen Feuersgefahr mit einer Schicht jener Stoffe zu bedecken, welche vor dem Gebrauch der Schiessbaumwolle leicht abgedunstet werden können.[130])

Die in Chatham fortgesetzten Versuche haben auch in neuester Zeit[131]) die vorzüglichen Eigenschaften der comprimirten Schiessbaumwolle ergeben. Auch in Frankreich[132]) will man gefunden haben, dass dieselbe allen anderen Explosivstoffen vorzuziehen sei, weil sie vollständige Sicherheit beim Transport und beim Besetzen gewähre, weil nicht zu besorgen sei, dass sie durch Feuchtigkeit leide, weil sie einen sechs Mal grösseren Effect als gewöhnliches Schiesspulver habe, keinen Rauch erzeuge und den Arbeiter viel weniger erschlaffe, als Pulver und Dynamit. Dagegen hat Lauer[133]) nur dann eine dem Dynamit nahezu gleiche Wirkung der comprimirten Schiessbaumwolle gefunden, wenn die Entzündung durch eine Zündpatrone erfolgt, da die Detonationszündung direkt mittelst eines Knallpräparats nicht zulässig sei.

Eine neue Art Schiessbaumwolle soll dargestellt werden durch Eintauchen der Baumwolle während 15 Minuten in eine gesättigte Lösung von chlorsaurem Kali, doch sind Erfahrungen über die Anwendbarkeit dieses Präparats nicht bekannt geworden. — Unter dem Namen Gadoxylin stellt Davenport in Wolwerhampton eine neue Schiessbaumwolle dar, deren Zusammensetzung aber nicht angegeben ist.[134])

Die Verarbeitung der Schiessbaumwolle zu Papier ist durch Prentice in England weiter ausgebildet worden, wodurch die Gefährlichkeit bei der

---

[129]) The Mechanics' Magazine. London. Vol. 95. p. 134. 149. 191. 207.

[130]) Der Naturforscher. Berlin 1871. S. 162. — Dingler polyt. Journal Bd. 200. S. 338. — Breslauer Gewerbeblatt 1871. S. 63.

[131]) The Mining Journal. London 1872. S. 32.

[132]) Garnier in bulletin de la société de l'industrie minérale. Paris. t. 15. p. 510.

[133]) Lauer: Spreng- und Zündversuche. Wien 1872. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1871. S. 415.

[134]) The Mechanics' Magazine. London. Vol. 95. p. 297.

Verwendung als Sprengmittel mehr beseitigt ist, indem das Schiessbaumwollenpapier bei der Handhabung weniger leicht entzündlich ist, als Schiessbaumwolle.[135])

### 5. Schiesspapier.

Das Schiesspapier[136]) wird bereitet, indem man Papier mit einer Mischung von 9 pCt. chlorsaurem Kali, $4^1/_2$ pCt. Salpeter, $3^1/_4$ pCt. Ferrocyankalium, $3^1/_4$ pCt. gepulverte Holzkohle, $^5/_{100}$ pCt. Stärke, $^6/_{100}$ pCt. chromsaurem Kali und 80 pCt. Wasser, welches etwa eine Stunde lang gekocht hat, imprägnirt. Die Mischung ist durchaus gefahrlos und das mit ihr imprägnirte Papier kann selbst im getrockneten Zustande weder durch Stoss und Schlag, noch durch eine Temperatur, welche unter dem Verbrennungspunkte liegt, zum Explodiren gebracht werden. So lange das Papier nass ist, wird es zu Rollen aufgewickelt, bei einer Temperatur von 100 Grad Celsius getrocknet und demnächst zu Patronen geschnitten, welche durch einen Ueberzug von in Essigsäure aufgelöstem Xyloidin vor Feuchtigkeit geschützt werden. Die mit dem Präparat angestellten Versuche sollen ein sehr günstiges Resultat geliefert haben.

## c. Besetzen und Wegthun der Bohrlöcher.

Die hier zu beschreibenden Utensilien und Materialien beziehen sich auf die Anwendung des gewöhnlichen schwarzen Schiesspulvers und dessen Aequivalente, während für die Nitroglycerinpräparate ein besonderes, vorstehend bereits erwähntes Verfahren stattfindet, welches in Nachstehendem noch seine Erläuterung erfahren wird.

### 1. Patrone.

Für die Gefahrlosigkeit der Schiessarbeit ist die Anwendung der Patronen unentbehrlich, weil beim Einschütten des losen Pulvers, wo es nach der Stellung und Beschaffenheit der Bohrlöcher überhaupt möglich ist, sehr häufig Unglücksfälle durch unvermuthete Explosion entstehen. Die Patronen bestehen für gewöhnliche Fälle aus geleimtem Papier, sie werden über ein Patronenholz von einem den üblichen Bohrlöchern entsprechenden Durchmesser gerollt und mit Kleister oder Pech der Länge nach und am Boden verklebt, während sie an der anderen Seite offen bleiben. Für nasse Bohrlöcher hat man die Patronen wasserdicht herzustellen, indem man das Papier mit Wachs, Pech oder Leinölfirniss überzieht oder darin tränkt, nach Combes[137]) ist eine Mischung von 8 Theilen Pech, 1 Theil Bienenwachs, 1 Theil Talg empfehlenswerth; in diese Patronen

---

[135]) Dingler Bd. 190. S. 253. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1869. S. 435.

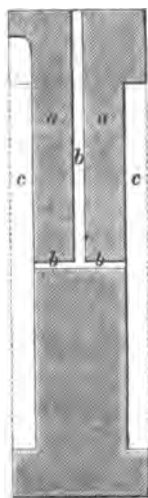
[136]) Oesterr. Zeitschr. 1866. S. 344.

[137]) Combes a. a. O. Bd. 1. S. 247.

hat man stets den wasserdichten Zünder einzubinden. Auch macht man für nasse Bohrlöcher die Patronen von Leinwand, welche in dichtende Stoffe getränkt ist, selbst von Leder oder Guttapercha; ferner von Zinn- oder verzinntem Eisenblech, wobei man die Patrone wohl sogar mit aufgeschraubtem Deckel, der mit einer Röhre für die Zündschnur versehen ist, verschliesst. Stehen die Bohrlöcher unter Wasser, so muss man eine Röhre von Blech, deren Mündung bis über den Wasserspiegel emporragt, in das Bohrloch hineinbringen, in welche dann erst die Patrone gesteckt wird. Man begreift, welche grosse Vorzüge hier die Anwendung von Nitroglycerinpräparaten gewährt, welche ohne alle weiteren Vorkehrungen in nassen Bohrlöchern benutzt werden können.

Das Pulver wird in die oben offene Patrone in den gewöhnlichsten Fällen mit der Hand eingefüllt; um immer eine ganz gleichmässige Ladung zu haben, benutzt man wohl auch ein Maass, welches aus einer an einer Seite geschlossenen Metallröhre besteht. Um verschiedene, genau gemessene Ladungen anzuwenden, benutzt Chenalles[138]) ein Füllrohr, welches aus einer oben und unten offenen kupfernen Röhre besteht, darin ist ein bleierner Kolben mit einer graduirten Stange verschiebbar, so dass man, je nachdem man den Kolben mehr oder weniger einschiebt, verschieden bemessene Ladungen erhält; dieses Instrument ist indess für geübte Hauer ganz entbehrlich.

Fig. 92.




Die gefüllte Patrone wird durch Zudrücken des Papiers geschlossen, so dass kein Pulver herauslaufen kann; die für nasse Bohrlöcher bestimmten Patronen werden nach Einführung der Zündschnur mit Bindfaden zugebunden.

Kleritj hat sich eine Patrone patentiren lassen, welche eine bedeutende Pulverersparniss bewirken soll. Er benutzt einen gussstählernen Körper a (Fig. 92), welcher mit dem Zündkanal b versehen ist und in die Patrone eingeführt wird; der Ring c wird mit Pulver ausgefüllt, welches $^1/_3$, höchstens $^1/_2$ der sonst die Patrone erfüllenden Pulverquantität ausmacht, so dass $^2/_3$, wenigstens $^1/_2$ für jeden Schuss erspart wird. Nach Ansicht des Patentnehmers sollen nämlich die durch Verbrennung des ringförmigen Pulverkörpers erzeugten Gase genau dieselbe Spannung haben, als wäre eine volle Patrone entzündet worden, und soll die im letzteren Falle gebildete grössere Gasmenge auf das Zerreissen des Kohls ohne Einfluss, vielmehr die anfängliche, in beiden Fällen gleiche Gasspannung maassgebend sein. Die auf der Königsgrube unter Leitung des Erfinders angestellten Versuche haben bisher die behauptete Pulverersparung noch nicht erwiesen. Die Patronen wirkten nicht genügend auf Zerreissung der Kohlenwand, weil sie eben

[138]) Combes ebenda, S. 257.

nicht genug Pulver enthielten! Die gussstählernen Patronenkerne gehen übrigens nicht verloren, sondern finden sich meistentheils in den abgerissenen Kohlen- oder Gesteinstücken wieder.[139])

2. Besatz.

Nachdem die Patrone in das Loch gebracht ist, wird das Loch mit Besatz gefüllt, wobei, namentlich zu Anfang, Vorsicht nothwendig ist, weil durch die Compression das Pulver sich entzünden kann. Daher setzt man zunächst auf die Patrone Schiesspfröpfe lose auf, wozu man Cylinder von weichem Holz, ($^3/_4$ bis 1 Zoll) 20 bis 26 Millimeter hoch anwendet, dieselben müssen mit einer Spur für die Nadel versehen sein, auch macht man diese Pfropfen von Eisen, was aber unzweckmässig und zu theuer ist; am allergewöhnlichsten und am einfachsten sind Papierpfropfen, seltener Seilknoten, Kälberhaare, Heu, welche aber beim Anbrennen die Wetter verderben; in Sachsen benutzt man angefeuchtetes Waldmoos, welches elastisch ist und gut schliesst; ferner bringt man auch wohl auf die Patrone eine (1 bis $1^1/_2$ Zoll) 26 bis 39 Millimeter hohe Sandschicht, die aber den Zündkanal leicht verstopft, besser ist dann weicher Letten.

Auf den Schiesspfropfen bringt man dann das eigentliche Besatzmaterial. Das beste Material ist quarzfreier Lehm oder Letten, der zu Nudeln (Wolgern) oder zu breiten dünnen Kuchen (Schiesskuchen, Schiessziegel) geformt ist; reiner Thon erhärtet zu sehr, erfordert einen stärkeren Druck beim Besetzen und bindet weniger. Die Erfindung dieses Lettenbesatzes statt des früheren Holzpflocks erfolgte durch C. Zumbe, von Geburt ein Sachse, im Jahre 1687 auf den Bergwerken am Harz.[140]) Statt des Lettens benutzt man auch wohl kleingeklopfte Ziegelsteine, weiche Mineralstoffe, wie Schieferthon, Schwerspath, welche aber weniger gut binden und wegen ihrer grösseren Härte leichter zum Funkenreissen Veranlassung geben; versuchsweise wandte man auch gebrannten und mit Wasser angerührten Gyps an. Die älteste Besetzungsweise war die Pflockbesetzung, welche darin bestand, dass an einem Cylinder aus Buchenholz von der Dicke der Bohrlochsweite die Patrone angebunden und mit dem Pflock in das Loch hineingetrieben wurde, der Holzcylinder erhielt eine Nute zur Bildung des Zündkanals; selbstredend mussten sehr viele Unglücksfälle durch Entzündung des Pulvers hervorgerufen werden. Die Besetzung mit lose eingeschüttetem Sand wurde im Jahre 1805 beim Bau der Strasse über den Simplon angewendet, später auch am Mont Cenis, entscheidende Versuche wurden damit zu Pesey in Savoyen[141]) angestellt, die aber ein negatives Resultat ergaben, weil der Besatz für Pulver nicht

---

[139]) Kleritj in berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1872. S. 92. — Glückauf. Essen 1872. No. 14.

[140]) Berggeist 1861. S. 256.

[141]) Combés a. a. O. S. 264.

fest genug ist und von diesem hinausgeworfen wird, statt dass es auf Losreissung des Gesteins wirkt. Eben so ungünstig ist die Besetzung mit Wasser ausgefallen, weil auch sie für das Pulver zu schwach ist. Für die meisten Nitroglycerinpräparate genügt bei trockenen Bohrlöchern ein loser Sandbesatz, bei Bohrlöchern unter Wasser ist sogar kein weiterer Besatz erforderlich.

Das sogenannte Raumschiessen oder Hohlladen besteht darin, dass man unter der Patrone einen Luftraum lässt, indem man an das vordere, nach Innen gekehrte Ende der Patrone einen pilz- oder kegelförmigen Pfropfen anbringt; es wurde von Norwegen her durch Hausmann auf dem Harz eingeführt, wo es indess jetzt nicht mehr üblich ist, und soll eine Ersparung von ein Viertel Pulver gegeben haben; es ist nicht erwähnt, ob die Bohrlöcher um die Höhe des Pflocks tiefer gebohrt werden müssen, was wahrscheinlich ist, wodurch aber die Ersparniss an Pulver wieder aufgehoben wird. Combes[142]) erklärt die grössere Wirkung dadurch, dass die Gase den Luftraum erfüllen, deshalb weniger plötzlich wirken, so dass alles Pulver verbrennen kann und nicht zum Loche herausgeschlagen wird. Im Salzburgischen bringt man zu gleichem Zweck über der Patrone kegelförmige oder doppelt T förmige Windpfropfen an, welche indess die Besatzsäule verkürzen und deshalb unvortheilhaft sind. Für Dynamit wird von Nobel sogar im Gegentheil als Bedingung einer guten Wirkung angegeben, dass die Sprengmasse das Bohrloch dicht auszufüllen habe. Um eine grössere Ladung einbringen zu können, hat man wohl mit Flügelbohrer unten die Bohrlöcher erweitert. Zu diesem Zweck goss Courberaisse beim Bohren in Kalkstein Salzsäure in die Löcher, welche er acht Tage lang einwirken liess; ein ähnliches Verfahren wendet man auch in Carrara an.

### 3. Zündung.

Um die Zündung einzubringen, wird mit Hilfe der Schiessnadel im Besatz ein Zündkanal gebildet. In diesen Kanal füllte man bei der Pflockbesetzung, wo der Pflock selbst den Kanal enthielt, später auch bei der Lettenbesetzung loses Pulver ein; jetzt wendet man allgemein Zünder an. Dies sind Röhrchen aus Schilf, Hollunder, Haselnuss, jetzt nur Halmstengel, welche mit feinkörnigem Jagdpulver gefüllt werden, da sich dasselbe schnell entzündet und stark schlägt. Bis zur Einführung der Sicherheitszünder steckte man in England Papiertütchen oder Federkiele in einander, die dann gleichfalls mit Pulver gefüllt wurden.

Ferner hat man Raketen von Papier oder Schilf, welche inwendig mit Pulverbrei ausgeschmiert und nur in die Mündung des Kanals gesteckt werden, indem sie die Zündung durch den Kanal auf das Pulver fortpflanzen; ebenso Zündruthen, Holzsplitter, Schilf, Binsen, welche aufgespalten sind und äusserlich mit Pulverbrei und etwas Gummiwasser be-

[142]) Ebenda S. 266.

strichen werden. Zündschnüre sind ähnlich behandelte wollene oder baumwollene Fäden, welche in den Zündkanal hineingelegt werden.

Die Sicherheitszünder wurden 1831 von Bickford in Cornwall erfunden, er hatte ursprünglich zwei Sorten: safety fusees und sump fusees, jetzt auch wohl drei Sorten für trockene, feuchte und ganz nasse Arbeit. Es sind dünne Schläuche, welche mit einer Zündmasse gefüllt und je nach der Feuchtigkeit des Bohrlochs wasserdicht gemacht sind; sie haben grosse Vortheile bei nassen Bohrlöchern, machen bei jeder Anwendung die Schiessnadel entbehrlich,[143]) haben aber den Nachtheil, dass sie die Kosten erhöhen, die Wetter verschlechtern und dass die Umhüllung nachglimmt. Neue Sicherheitszünder werden von Gomez, William Mills & Comp. gefertigt; schmale Streifen Papier werden mit einer Lösung von gleichen Theilen chlorsaurem Kali und Blei-Ferrocyanür in Weingeist bestrichen und in eine Hülle aus einem faserigen Stoff, der in Harz oder Pech getränkt ist, gebracht, 0,13 Gramm des Gemisches reichen für einen Zünder von 0,30 Meter Länge aus; geringe Feuchtigkeit schadet nichts. Sie pflanzen die Entzündung ausserordentlich schnell fort, wobei die Umhüllung nicht mitbrennt. Der österreichische Geniehauptmann Rziha[144]) hat eine Zündschnur angegeben, welche sich vor der Bickford'schen mancher Vorzüge erfreut. Zunächst hinterlässt sie keinen unangenehmen, die Arbeiter belästigenden Geruch; dann ist sie zum Einbringen in das Bohrloch bei genügender Steifigkeit biegsam und compendiös genug, um von dem Hauer in Knäuel aufgewickelt in der Kleidung vor Ort getragen zu werden, während die Bickford'sche Schnur, da ein solcher Transport nicht möglich ist, der feuchten Grubenluft ausgesetzt werden muss; die Einfüllungsmethode der Zündmasse ist vollkommener als bei Bickford, so dass eine Stockung der Entzündung durch mangelhafte Füllung nicht vorkommt; die Hülle verbrennt nicht. Die Schnur brennt langsam, (3 Fuss) 941 Millimeter in einer Minute, verträgt die gewöhnliche Grubenfeuchtigkeit und brennt unter Wasser, jedoch ist zur vollkommenen Wasserdichtigkeit ein Ueberzug von Kautschuk, welcher zuvor in Schwefelkohlenstoff aufgelöst ist, nothwendig. Dieselbe hat eine ausgebreitete Anwendung beim Grubenbetriebe bisher nicht gewonnen, weil sie um die Hälfte theurer ist, als die Bickford'sche Schnur; auch brennt sie ohne Feuererscheinung und Geräusch ab, so dass der Arbeiter den Verlauf des Abbrennens nicht verfolgen kann, was als ein Nachtheil angesehen werden muss.[145])

Denselben Zweck, wie die Zündschnur von Rziha, verfolgt der Britanniasicherheitszünder von Whitehorn,[146]) welcher in der Mitte einen Kern aus einer Anzahl in Salpeterlösung getauchter Garnfäden ent-

---

[143]) Huyssen in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 2. B. S. 30.

[144]) Rziha: geruchlose Zündschnur in Dingler polyt. Journal Bd. 170. S. 74. — Berggeist 1863. S. 96. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen 1863. S. 70.

[145]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 16. B. S. 333.

[146]) Dingler polyt. Journal. Augsburg 1867. Bd. 186. S. 305.

hält, dieselben sind um eine fortlaufende Pulverseele gedreht; die Oberfläche des Kerns wird mit Pech oder Theer überzogen und mit Papier- oder Filzstreifen bedeckt. Diese Streifen werden so breit geschnitten, dass sie genau den halben Umkreis des Zünders umschliessen, und nach dem Aufkleben je zweier Streifen ein Röhrchen mit zwei einander gegenüberliegenden Schlitzen bilden. Kern und Hülle werden mit einem oder mehreren Streifen von Kattun umwunden, wodurch sie zusammengehalten werden. Durch ein Bad von Pech oder Theer werden die Zünder wasserdicht gemacht und schliesslich durch einen Ueberzug von Gyps zum Verkauf fertig gestellt. Der Vortheil besteht in der ununterbrochenen Pulverseele, in der völligen, gegen die Einflüsse der Wärme und Feuchtigkeit schützenden Dichtheit des Ueberzuges und in der Billigkeit des Materials und der Anfertigung; es scheint aber, als ob die Verbrennungsprodukte einer ausgedehnten Anwendung dieser Zünder nicht günstig sind.

Die Verbindung der Zündschnur mit einem Kupferhütchen, welches mit Knallsatz gefüllt ist, wie sie von Nobel beim Dynamit und in England bei der Schiessbaumwolle[147]) angewendet und gehandhabt wird, ist bereits oben S. 211 erwähnt worden.

Andere Zündungsmethoden, wie die beschriebenen, sind:

Die durch Percussion, welche indess beim Bergbau wenig oder gar nicht gebräuchlich ist. Es wird eine Zündpille von chlorsaurem Kali oder Knallquecksilber oder Knallsilber vor das Loch gebracht und diese durch ein auffallendes Gewicht oder einen Hammer zur Detonation und dadurch das Pulver im Loche zur Entzündung veranlasst.

Die elektrische Zündung wurde früher am häufigsten durch einen galvanischen Strom, seltener durch Reibungselektricität bewirkt, jetzt ist es umgekehrt; auch wandte man sie früher in der Grube selten an, häufiger beim Minensprengen im Kriege oder beim Sprengen grosser Felsmassen, doch wird jetzt der Gebrauch in der Grube mehr empfohlen und häufiger. Man ist der Ansicht, dass das gleichzeitige Wegthun mehrerer Schüsse den Effect auf das Reissen und Heben der Gebirgsmassen vermehrt, obwohl andererseits nicht zu verkennen ist, dass jedes einzeln wegzuthuende Bohrloch dem augenblicklichen Stand des Ortsstosses besser angepasst werden kann; dagegen ist es als ein grosser Vorzug anzuerkennen, dass nicht zum Wegthun jedes einzelnen Schusses die Arbeit unterbrochen werden muss, sondern nur nach Niederbringung und Ladung sämmtlicher Bohrlöcher einmal zu erfolgen hat. Als Beispiel der Benutzung des galvanischen Stroms ist ein Abteufen auf der Steinkohlengrube zu Abercarn bei Newport in der Grafschaft Monmouthshire[148]) anzuführen. Man wandte hier zwei Grove'sche Batterieen, jede zu 6 Elementen aus Zink und Platin an, von den Batterieen gingen zwei mit Guttapercha umwickelte Kupfer-

---

[147]) The Mechanics' Magazine Bd. 90. S. 240.

[148]) Busse: Notizen über den Steinkohlenbergbau Englands in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 6. B. S. 115.

drähte, welche als Hauptleitungen den Strom zu den Bohrlöchern in der Sohle des Schachtes führten. Ueber dem Pulver in den Bohrlöchern wurde eine ($^3/_4$ Zoll) 20 Millimeter lange Hülse von Hollunderholz eingelegt, welche zur Aufnahme der eigentlichen Zündungsdrähte diente, auch diese Drähte von Kupfer waren mit Guttapercha umwickelt und blieben nur an den Enden frei, wo sie ausserdem durch einen ganz dünnen Platindraht verbunden wurden; zum Auseinanderhalten der Drähte in der Hülse wurde ein Holzkeil zwischen sie geschoben und zur Befestigung die Hülse mit Mennige ausgedichtet. Den unteren Theil der Hülse füllte man mit Jagdpulver, so dass die freien Drahtenden mit dem Platindraht in dasselbe eintauchten. Die so gefüllte Hülse brachte man auf das Pulver in die Bohrlöcher, die Zündungsdrähte mussten so lang sein, dass sie aus den Löchern hervorragten; darauf brachte man Besatz in gewöhnlicher Weise an. Der eine Zündungsdraht des einen Bohrlochs wurde mit einem des nächsten Bohrlochs verbunden, in den beiden äussersten Bohrlöchern liess man je einen Draht lose, der dann mit je einem Leitungsdraht verbunden wurde. Sobald die Arbeit auf der Sohle vollendet und alle Arbeiter den Platz geräumt hatten, wurde im Zimmer des Beamten, wo die Batterie stand, die Leitung geschlossen, wodurch sämmtliche Schüsse zu gleicher Zeit sich entluden. Die Leitungsdrähte wurden meistentheils in jedem Falle bis zur Unbrauchbarkeit verletzt, so dass diese Methode kostspielig wurde, indem die Zündung für jedes Bohrloch 2 bis 3 Sgr. kostete.

Im österreichischen Kriegswesen, wo das Bedürfniss gleichzeitiger Sprengung an verschiedenen Punkten, sowie der Entzündung aus grosser Entfernung auf die Anwendung der elektrischen Zündung hinführte, wendet man nach den Mittheilungen des Oberstlieutenant Baron Ebener[149]) Elektrisirmaschinen an, deren Scheiben aus hartem, mit Schellack überzogenem Kautschuk, deren Reibzeug aus Lederlappen, mit einem Amalgam aus Zinn, Zink und Quecksilber bestrichen, bestehen; da es nur darauf ankommt, den Condensator für kurze Zeit stark zu laden, ist eine vollkommene Isolirung nicht nöthig und deshalb sind gläserne Bestandtheile vermieden. Die Elektricität wird von der Scheibe aus durch eine Spitze dem Condensator zugeführt, welcher aus weichem, vulkanisirtem Kautschuk besteht und in einem Kästchen unterhalb des Apparats liegt. Das Ganze ist mit einem Ueberzuge von Leder mit Blechdach versehen und bleibt auch während des Gebrauchs bedeckt, indem aus der Hülle zwei mit dem Condensator verbundene Knöpfe hervorragen, an welche die Leitungen angebracht werden. Diese werden entweder durch die Luft geführt oder in die Erde gelegt und bestehen aus Messingdraht; im letzteren Falle wendet man auch wohl nur einen Draht an und lässt, wie beim Telegraphen, die Erde die Rückleitung bilden. Die Zünder werden aus Guttapercha gebildet und mit einem Gemenge von Schwefelantimon und chlorsaurem Kali als Zündmasse gefüllt.

149) Jahrb. des schles. Vereins f. B.- u. H.-Wesen. 1861. Bd. 3. Beiblatt S. 81.

Für den Grubengebrauch hat Bornhardt[150]) in Braunschweig eine Elektrisirmaschine construirt. Bei derselben besteht die Scheibe gleichfalls aus gehärtetem Kautschuk, das Reibzeug aber aus präparirtem Pelzwerk; das Ganze mit dem Condensator befindet sich in einem Blechkasten von (16 Zoll) 418 Millimeter Länge, (8 Zoll) 209 Millimeter Breite, (12 Zoll) 314 Millimeter Höhe, dessen Deckel luftdicht abschliesst, der Blechkasten steht in einem Holzkasten, der mit Handhaben und Schulterriemen versehen ist. Die Reibungsscheibe, ($9^3/_4$ Zoll) 255 Millimeter im Durchmesser, ist auf einer eisernen Achse befestigt, welche durch Stopfbüchsen in die Kastenwandungen tritt, so dass darin die Kurbel, ohne eine Oeffnung nothwendig zu machen, eingreift und nur ein seltenes Oeffnen des Kastens Behufs der Reinigung nothwendig wird. Der Saugarm, die Leidener Verstärkungsflasche, der von Aussen durch einen Schlüssel zu bewegende Entlader haben eine eigenthümliche Einrichtung; der mit der innern Belegung der Flasche verbundene Leiter ist durch ein Stück gehärteten Kautschuks geführt, welches einen Theil der Wandung des Blechkastens bildet. Bei 8 Umdrehungen liefert dieser Apparat ($^1/_2$ Zoll) 13 Millimeter, bei 25 Umdrehungen (1 Zoll) 26 Millimeter lange Funken. Die Leitung aus Kupferdraht braucht nicht besonders isolirt zu werden, man kann sie ohne Weiteres auf nasses Gestein legen und dennoch auf (300 Fuss) 94 Meter Entfernung mehrere Ladungen zu gleicher Zeit zünden; auf (50 Fuss) 15,693 Meter Entfernung hat man sogar die Leitung in Schnee gelegt und 10 Zündpatronen gleichzeitig gezündet; dünne Drähte kann man auf mehrere Fuss ohne Nachtheil für die Sprengung ins Wasser legen, so dass man den Apparat bei Sprengungen unter Wasser sehr wohl benutzen kann. Man hatte mit einem Apparat 14 Tage lang in einem feuchten Keller operirt, ohne dass dessen Intensität beeinflusst worden wäre. Ein vollständiger Apparat kostet 50 Thlr.

Versuche mit der Elektrisirmaschine, deren nähere Construction nicht angegeben ist, wurden im Jahre 1863 vom Modellmeister Schumann in Freiberg[151]) angestellt; die Maschine befand sich in einem leicht transportablen Kasten und kostete nur 8 Thlr. Bei 9 Versuchen wurden im Ganzen 95 Bohrlöcher weggethan, doch bedurfte man hierzu wegen theilweise nothwendiger Wiederholung 124 Zünder; im Ganzen beliefen sich die Ausgaben für die Zündung auf 13 Ngr., also für jedes Bohrloch auf 1,37 Pf.

In neuerer Zeit hat sich der Ingenieur F. Abegg,[152]) früher zu Emmendingen im Grossherzogthum Baden, zur Zeit in Bistritz bei Klattau in Böhmen, mit der Anwendung der Elektrisirmaschine vielfach beschäf-

150) Bornhardt: Elektrisirmaschine zu Sprengungszwecken in der allg. berg- u. hüttenm. Zeitg. von Dr. Hartmann. Quedlinburg 1863. S. 326.

151) Jahrb. f. d. Berg- u. Hüttenmann a. d. J. 1865. Freiberg. S. 68. — Berg- u. hüttenm. Zeitg. von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1866. S. 321.

152) Abegg: Elektrische Zündvorrichtung in berg- u. hüttenm. Zeitg. von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1866. S. 217. — Derselbe: Die Anwendung der elektrischen Zündung beim Gesteinsprengen, in Berggeist 1867. S. 42.

tigt. Die Elektricität wird durch Reibung einer besonders präparirten Gummischeibe an acht Pelzreibzeugen hervorgerufen und in einem Gummicondensator von (12 Quadratfuss) 1,182 Quadratmeter Oberfläche angesammelt; der grosse Condensator macht es möglich, einen Funken von geringerer Spannung zu benutzen, so dass sämmtliche Halbleiter als Isolatoren betrachtet werden können. Die Maschine ist in einem luftdichten, (9 Zoll) 235 Millimeter langen und breiten, (4 Zoll) 105 Millimeter hohen Kasten eingeschlossen und wiegt mit Lederüberzug 14 Pfund; die Feuchtigkeit übt keinen Einfluss, nur die Reibzeuge bedürfen von Zeit zu Zeit der Erneuerung. An dem Kasten sind zwei Ringe vorhanden, welche mit der Maschine in Verbindung stehen und in welche die Hauptleitungen eingehängt werden; der eine Ring, welcher durch ein Gummiröhrchen in das Innere des Kastens führt, kann verschieden weit herausgezogen werden, je nach der grösseren Anzahl der zu sprengenden Löcher wird er ganz herausgezogen; auf diese Weise kann man im Freien 30, in der Grube 15 Löcher gleichzeitig entladen. Als Leitung dient blanker geglühter Eisendraht, 2 bis $2^1/_2$ Millimeter dick, welcher auf Isolirrollen von hartem, in Oel getränktem Holz aufgehangen wird bis zu einer Entfernung von (30 bis 40 Fuss) 9,416 bis 12,554 Meter vor den Löchern, von wo an die Drähte auf das Gestein gelegt werden können; ist aber das Gestein erzführend, so müssen die Drähte bis vor Ort frei hängen; sie dürfen überhaupt nicht mit Metall oder erzführendem Gestein in Berührung kommen und müssen (3 Fuss) 942 Millimeter von einander entfernt bleiben; Feuchtigkeit hindert ihre Leitungsfähigkeit nicht. Die Ladung der Löcher erfolgt unten durch ein Gemisch von 1 Theil Pulver, welches nicht mit Graphit geglättet ist, und 3 Theilen Sägemehl, darüber kommt eine Schicht reines, gleichfalls nicht geglättetes Pulver, weil das geglättete ein Elektricitätsleiter, das ungeglättete aber nicht ist. Auf das Pulver kommt ein besonders construirter Zünder, welcher mit den Zündungsdrähten in Verbindung gebracht ist; der Besatz erfolgt durch Sand, Ziegelmehl oder dgl. m. mit mehr oder weniger Feuchtigkeit; der Besatz darf nicht zu fest sein, das Pulver nicht zu sehr zusammengedrückt werden, weil dadurch seine Leitungsfähigkeit erhöht wird. Die Zündungsdrähte der verschiedenen Löcher werden wechselseitig, je ein Draht von zwei Löchern mit den beiden Hauptleitungsdrähten verbunden, wodurch der Schluss hergestellt wird. Durch wiederholtes Drehen der Maschine springt ein Funken über, der die Zünder entzündet, durch welche das Pulver zur Explosion gebracht wird. Wenn mehr als 60 bis 70 Mal gedreht werden muss, bevor der Funken überspringt, so kann Feuchtigkeit daran die Schuld tragen, weshalb man den Kasten öffnen und das zum Ansaugen der Feuchtigkeit darin befindliche Chlorcalcium erneuern muss; genügt dies nicht, so müssen die Reibzeuge erneuert werden, was im Durchschnitt in jedem halben Jahre einmal zu geschehen hat, wenn die Maschine täglich 8 bis 10 Mal benutzt wird. Eine solche Maschine kostet 23 Thlr., 100 Stück Zünder kosten

½ Thlr.; von den Leitungsdrähten wiegen 60 laufende Fuss 1 Pfund und kosten 6 Sgr.; die Zündungsdrähte sind ¾ Millimeter stark und kostet 1 Pfund, aus welchem 150 Zünddrähte für 628 Millimeter tiefe Bohrlöcher gemacht werden können, 2 Sgr. — Abegg hat dem Gegenstande fortgesetzte Aufmerksamkeit zugewendet und das Verfahren weiter ausgebildet,[153]) wozu namentlich eingehende Versuche auf den Steinkohlengruben bei Saarbrücken[154]) geführt haben, wo jetzt die Zündungsweise ganz allgemein eingeführt ist. Dieselbe hat den Vortheil, dass man eine grössere Zahl von Schüssen zu gleicher Zeit wegthun kann, und dass man dabei jede Gefahr, welche mit dem Entzünden durch Zündschnur oder in gewöhnlicher Methode verbunden ist, vollkommen beseitigt hat, was besonders beim Schachtabteufen von hohem Werthe ist. Die Versuche in Saarbrücken haben dahin geführt, die Anstände, welche sich bei der frühern Anwendung der elektrischen Zündung herausgestellt hatten, zu beseitigen; namentlich kommt es auf die richtige Isolirung der Entzündungsdrähte an, um nicht Gefahr zu laufen, dass einzelne von den Bohrlochsladungen unentzündet bleiben. Da der elektrische Funke Schiesspulver ebenso wenig wie Dynamit u. dgl. m. direkt entzündet, so muss an der Unterbrechungsstelle des Leitungsdrahtes ein besonderer Zünder[155]) eingeschaltet werden. Dieselben liefert Abegg jetzt in Kisten von 1000 Stück, jeden Zünder von 785 Millimeter Länge, zum Preise von 15 Thlr. für Dynamit, von 9 Thlr. für Schiesspulver. Die Zünder bestehen aus zwei Eisendrähten, welche auf einem 30 Millimeter langen, 5 Millimeter breiten Stückchen Pappdeckel so befestigt sind, dass ihre Enden 1 Millimeter von einander abstehen; der Zwischenraum ist mit Graphit abgerieben, um die Entzündung zu erleichtern. Hierauf ist Pulver gelegt und ein Papierstreifen darüber gewickelt, der ganze Zünder wird mit Wachs bestrichen. Der überspringende Funke macht die Enden der Drähte glühend, wodurch der Graphit theilweise verbrennt und das Pulver entzündet, welches seinerseits die Sprengladung zur Explosion bringt. Ein solcher Zünder ist nur für Schiesspulver von Wirkung; für Dynamit u. s. w. wird derselbe noch in 65 Millimeter lange Blechhülsen gesteckt, welche ein feines Knallpulver enthalten. An den Drähten des Zünders werden zwei längere Drähte befestigt, welche zur Isolirung im Bohrloch in die seitlichen Einschnitte eines Holzstäbchens von 12 Millimeter Breite und 5 Millimeter Dicke eingeklemmt werden; bei den Dynamitzündern wird die Blechhülse an eine Verlängerung des Stäbchens angebunden, weil sie durch Länge und Schwere leicht einer Beschädigung ausgesetzt wäre. Ein solcher Zünder wird ganz wie Zündschnur verwendet. Nach der Besetzung des Bohrlochs werden die Leitungsdrähte in die am Stäbchen befestigten Drähte eingehängt, ebenso an der

---

153) Berggeist. Köln 1870. S. 455.

154) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 16. B. S. 333. — Berggeist. Köln 1868. S. 381.

155) Berggeist. Köln 1869. S. 233. — Ebenda. 1870. S. 277.

Maschine, nach deren höchstens 20 maligen Umdrehung der Schuss explodirt. Mit einer Maschine, welche 26½ Thaler kostet, können mittelst zweier Drähte vier Schüsse zu gleicher Zeit zur Explosion gebracht werden; bringt man in den Zünder Schiessbaumwolle statt des Zündpulvers, so kann man 15 Schüsse gleichzeitig zur Explosion bringen, doch ist die Schiessbaumwolle sehr empfindlich gegen Feuchtigkeit, so dass die Zünder nicht zuverlässig sind. Während man auf den Gruben bei Saarbrücken sehr günstige Resultate mit der Abegg'schen elektrischen Entzündung erzielt hat und dort überall zu ihrer allgemeinen Anwendung übergegangen ist, hat man in Westfalen nicht gleich günstige Resultate gewonnen, weil es niemals gelungen ist, mehr als zwei Schüsse gleichzeitig wegzuthun,[156]) auch sollen die Zünder bei dem leisesten Stoss explodirt und die Maschine wegen angezogener Feuchtigkeit zuweilen wirkungslos geblieben sein. Abegg führt[157]) diese Uebelstände darauf zurück, dass die Isolirung der Leitungsdrähte sowohl, wie der im Bohrloche befindlichen Drähte nicht vollständig bewirkt worden sei, er empfiehlt beim Vorhandensein saurer Grubenwasser die Anwendung eines Telegraphenkabels mit zwei Drähten; die Holzstäbchen der Zünder müssen ausserdem mit einer Mischung von einem Theil Talg und zwei Theilen Pech angestrichen werden. Das Versagen der Maschine kann nach Abegg allerdings vorkommen, wenn sie in der Grube nicht sorgsam vor Feuchtigkeit geschützt wird, doch ist die Reparatur immer sehr leicht und wird von Abegg unentgeltlich ausgeführt.

Der Vorwurf, welcher der elektrischen Zündung daraus gemacht wurde, dass der einzelne Schuss besser der augenblicklichen Lage des Gesteins beim Ansetzen der Bohrlöcher angepasst werden kann, um eine vollständigere Wirkung zu erzielen, als wenn mehrere Schüsse gleichzeitig weggethan werden, also mehrere Bohrlöcher ohne Rücksicht auf das abzuhebende Gestein gleichzeitig gebohrt werden müssen, ist durch die Resultate auf den Gruben bei Ramsbeck und durch den Oberingenieur Pischoff in Brünn widerlegt,[158]) wogegen Krauss auf dem Altenberge bei Aachen es vorzieht, die elektrische Zündung nur zum gleichmässigen Wegthun mehrerer Löcher beim Einbruchschiessen zu verwenden, demnächst aber die übrigen Löcher der Gestaltung des Ortsstosses anzupassen und einzeln wegzuthun.[159])

Bei Dynamitladung bewirkt Abegg jetzt die Zündung auf elektrischem Wege am Boden des Bohrlochs.[160]) An den oben beschriebenen Zündstab wird die kurze Dynamitpatrone gesteckt, aber nicht fest gebunden und in's Bohrloch geschoben; die übrigen noch erforderlichen Patronen werden flach gedrückt, in's Bohrloch gebracht und mit einem hölzernen

---

156) Berggeist. Köln 1870. S. 91.
157) Ebenda. S. 122.
158) Berggeist a. a. O. 1870. S. 277.
159) Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure Bd. 15. S. 94.
160) Berggeist. Köln 1871. S. 545. Jahrg. 1872. S. 165.

Stampfer festgestampft. Auf die Patrone bringt man einen Papier- oder Lettenpfropfen und besetzt dann ganz fest mit Ziegelstücken. Dabei ist keine Explosion des Dynamits zu fürchten, da das Zündstäbchen, an welchem die Patronen anliegen, genug Elasticität besitzt, um den Schlag beim Besetzen wirkungslos zu machen. Der sehr erhebliche Vortheil dieser Entzündungsmethode soll darin liegen, dass die Explosion des Dynamits ganz ohne Rauchentwickelung stattfindet und die Arbeiter fast unmittelbar nach dem Abfeuern der Schüsse wieder vor Ort gehen können, während bei der Entzündung von Oben es öfter vorkommen soll, dass sich die Zündpatrone von dem Zündstäbchen losschiebt und der Schuss auskocht.

Auf französischen Gruben bei St. Etienne[161]) wendet man den Ruhmkorff'schen Apparat zur Zündung an, dann aber in Verbindung mit der Dumas-Benoit'schen Lampe, welche in dem Abschnitt über Wetterführung beschrieben werden soll.

Die magneto-elektrische Zündmaschine von Siegfried Marcus in Wien ist, abweichend von der Abegg'schen Maschine, ein Induktionsapparat,[162]) bestehend aus einem Magneten, einem mit isolirtem Draht umwundenen weichen Eisenanker und einer Feder, welche durch einen Druck plötzlich aus ihrer Spannung ausgelassen wird, wodurch die Unterbrechung des elektrischen Stromes eintritt und ein Induktionsstrom erzeugt wird; der Apparat wiegt $12\frac{1}{2}$ Kilogramm und ist sehr compendiös, bleibt unempfindlich gegen Feuchtigkeit und bedarf keiner Reinigung. Die mit dem Apparat auf den Gruben der Wolfsegg-Traunthaler Gesellschaft angestellten Versuche ergaben, dass derselbe nicht geeignet war, mehr als 3 Schüsse mit Sicherheit gleichzeitig abzuthun, schon bei 5, bestimmt aber bei 7 Bohrlöchern, deren Ladungen gleichzeitig entzündet werden sollten, wurde in der Regel ein Bohrloch bei der Explosion übersprungen, so dass von 7 Bohrlöchern nur 1 3 5 7 explodirten. Man suchte das Versagen in mangelhafter Isolirung der Drähte, in der Stellung der Zündkapsel, deren Zündmasse die Leitung des Stromes zu bewirken hat, in nicht vollkommen trocknem Besatz; alle diese Memente wurden beseitigt, und doch hatte man das Versagen einzelner Bohrlöcher zu constatiren, was man auf eine verschiedene Empfindlichkeit der Zündmasse in den einzelnen Zündkapseln oder auf eine nicht ausreichend starke Wirkung der Maschine zurückführte.

Auch die magneto-elektrische Zündmaschine von Breguet ist ein Induktionsapparat,[163]) welcher bis jetzt nur für Kriegszwecke benutzt ist; es können mit ihm gleichzeitig 6 bis 7 Kanonen abgefeuert werden. Zur Zündpatrone wird als Zündsatz eine innige Mischung von Phosphorkupfer und chlorsaurem Kali benutzt, welcher zur Erhöhung der elektri-

---

[161]) Annales des mines. 5. Série. tome XX. S. 301.

[162]) Berg- u. hüttenm. Ztg. von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1868. S. 382. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1869. S. 177.

[163]) Dingler polyt. Journal Bd. 193. S. 17.

schen Leitungsfähigkeit etwas Kohlenpulver beigemengt wird. Die Anwendbarkeit für Grubenzwecke liegt ausser Zweifel, doch muss nach Abel und Wheatstone für einen sicheren Erfolg bei diesem Apparat sowohl, wie bei jedem anderen magneto-elektrischen Apparate die Patrone so gefertigt sein, dass der Zündsatz äusserst leicht entzündlich und so leitungsfähig ist, dass der Inductionsfunke in der Entfernung von ca. $1^2/_3$ Millimeter der beiden Elektroden sicher zum Vorschein kommt.[164]) Uebrigens ist die Behandlung des Instruments einfach, es ist leicht transportabel und seine Unterhaltung erfordert für gewöhnlich keine Kosten, dennoch ist die Conservirung des Apparats schwieriger, als bei den Abegg'schen Maschinen, weil die permanenten Stahlmagnete sowohl durch Erschütterungen, wie durch Temperatureinflüsse mit der Zeit an Kraft verlieren.

### *d.* Ausführung der Sprengarbeit.

Bei der Gewinnung durch Sprengarbeit hat man zunächst Einbruch herzustellen, was entweder durch Schrämen oder durch Schiessarbeit selbst geschieht; die Lage des Einbruchs richtet sich nach der Beschaffenheit des Gesteins, nach der Schichtung desselben, nach den vorhandenen Klüften, ob dieselben dem Arbeiter zufallen oder von ihm abfallen; sind überhaupt Klüfte vorhanden, so muss man die Bohrlöcher so ansetzen, dass die Schüsse an den Klüften abheben. Beim Ortsbetrieb kann demnach der Einbruch sowohl an der Sohle, wie am Dache, wie mitten im Ortsstoss liegen, ebenso beim Schachtabteufen in der Mitte der Schachtscheibe, wie an einem anderen Punkte derselben. Auf der Königsgrube in Oberschlesien hat man in neuerer Zeit bei der Kohlengewinnung das Schrämen des Einbruchs aufgegeben und stellt ihn durch Schiessarbeit her, was so vortheilhaft auf die Arbeitsleistung eingewirkt hat, dass die Schichtzeit um 4 Stunden täglich verkürzt werden konnte, ohne dass der Leistung irgend welcher Eintrag geschehen ist. — Wenn der Einbruch gewonnen ist, wird das Gestein in der übrigen Ortshöhe oder in der Schachtscheibe strossenweise nachgenommen, wobei man für den Ansatzpunkt des Bohrlochs und dessen Richtung die Wahl so treffen muss, dass das Gestein, welches der Schuss lösen soll, nach möglichst vielen Seiten frei liegt, und dass die zu gewinnende Gesteinmasse, die Vorgabe, mit der Tiefe der Bohrlöcher und deren Ladung in Einklang gebracht wird; meistentheils wird die Wahl des Ansatzpunktes und der Richtung dem Arbeiter überlassen, in einzelnen Revieren wird dieselbe aber für jedes einzelne Loch von einem Aufseher bestimmt.

Bevor das eigentliche Bohren beginnt, wird die Stelle des Gesteins, wo der Bohrer angesetzt werden soll, zugebrüstet, d. h. sie wird mittelst Schlägel und Eisen geebnet, auch wohl vertieft, damit der Bohrer

[164]) Abel in Journal of the Chemical Society Vol. 14. p. 165.

gleich im Anfang einen Halt gewinnt. Das Bohren selbst erfolgt anfänglich langsam und mit leichten Schlägen des Fäustels auf die Bahn des Bohrers, bis derselbe erst in dem Loche eine Führung gefunden hat; beim Bohren hat der Arbeiter vor jedem Schlage den Bohrer zu drehen und die Bildung von Ecken und Füchsen im Loche zu vermeiden. Das Bohrmehl fällt bei nach Oben gerichteten Bohrlöchern von selbst während der Arbeit heraus, bei anders geneigten muss es mit dem Krätzer beseitigt werden, nach Unten führende Bohrlöcher kann man nass bohren, indem man sie beständig mit Wasser gefüllt hält, wodurch das Bohrmehl in dem Wasser suspendirt bleibt, was die Arbeit sehr erleichtert. Die Tiefe des Bohrlochs richtet sich nach dem vorzugebenden Gestein und nach den Klüften, deren Vorhandensein man immer für die beste Wirkung des Schusses benutzen muss, niemals darf man ein in eine Kluft gerathenes Bohrloch mit dieser fortsetzen. Die Italiener, welche unter Anderem auch in Oberschlesien vielfach grössere Arbeiten im Hauptgedinge ausgeführt haben, wenden, wie oben S. 171 erwähnt ist, 6 bis 8 Pfund schwere Fäustel an, mit welchen sie aber nicht auf den Bohrmeissel schlagen, sondern welche sie von Unten nach Oben schwingend bewegen. Deshalb müssen auch die Bohrlöcher diese Richtung haben und gewähren den Vortheil, dass das Bohrmehl von selbst herausfällt. Hierdurch wird nicht nur die Zeit erspart, welche sonst zum Reinigen des Loches mit dem Krätzer erforderlich ist, sondern der Bohrmeissel wirkt auch stets auf das vom Bohrmehl gereinigte Gestein direct an und leistet deshalb auch grösseren Effect. Man schreitet daher durch diese Methode schneller in der Arbeit vor, kann geringeres Gedinge gewähren und trotzdem haben die Arbeiter ein grösseres Verdienst in der Schicht, als beim gewöhnlichen Verfahren. Auch in England hat man die Erfahrung von der vortheilhaften Wirkung der schweren Meissel gemacht.[165]) Hat das Bohrloch die nöthige Tiefe erreicht, so wird es geladen und besetzt. Wo dies nicht, wie bei Benutzung von Nitrilpräparaten oder elektrischer Zündung, in besonders vorgeschriebener und an den betreffenden Stellen bereits erwähnter Weise geschieht, also bei Benutzung der verschiedenen Pulversorten, thut man gut, das lose Einschütten des Pulvers streng zu untersagen[166]) und die Anwendung des Pulvers nur in Patronen zu gestatten. Die Länge der Patronen richtet sich nach der Tiefe der Bohrlöcher, d. h. nach dem vorgegebenen Gestein und dessen Lage zu dem umgebenden Gestein, wobei man die Pulvermenge danach abmessen muss, dass das Gestein nur gelöst und in sich zertrümmert, nicht umhergeschleudert werden soll; es ist deshalb nicht immer

---

[165]) The Engeneering and Mining Journal. New York 1870. S. 401.

[166]) Instruction des königl. Oberbergamts zu Bonn über Besetzen und Wegthun der Schüsse vom 15. December 1842 in Achenbach: Die Bergpolizeivorschriften des rhein. Hauptbergdistricts. Köln 1859. Auch §. 44 der allgem. Bergpolizeiverordnung desselben Oberbergamts vom 8. November 1867.

möglich, fertige Patronen mit in die Grube vor Ort zu nehmen, vielmehr wird man sich begnügen müssen, in die vorher gefertigten Patronenhülsen das Pulver vor Ort einzuschütten, wobei mit der grössten Vorsicht verfahren werden muss. Wird mit der Räumnadel besetzt, so wird die Hülse der gefüllten Patronen oben zugedrückt und die Nadel vorsichtig hineingestochen; erfolgt die Zündung durch Zündschnur, so wird diese in die offene Patrone mit dem Ende in das Pulver hineingesteckt und mittelst Bindfaden mit der Hülse zusammengebunden. Die so ausgerüstete Patrone wird in das Bohrloch eingeführt und bis vor Ort desselben gebracht, darauf bringt man einen leichten Schiesspfropfen mittelst des Stampfers lose ein, setzt darauf die Besatzmasse, die anfänglich lose, später immer fester mit Stampfer und Fäustel zusammengedrückt wird, bis das ganze Loch in solcher Weise gefüllt ist; dabei muss man die Nadel häufig behutsam drehen, damit sie nach Vollendung des Besatzes ohne Schwierigkeit herauszuziehen ist, was in der Weise geschieht, dass man den Stampfer durch den Ring der Nadel steckt und ganz leichte Schläge mit dem Fäustel rückwärts giebt. Während bei Anwendung der Zündschnur nach dem Besatz der Schuss zum Anzünden fertig ist, muss in dem durch die Nadel gebildeten Zündkanal noch die Zündung eingebracht werden, die, wie oben angegeben, in Zündhalmen oder Raketen besteht; an diesen wird ein einige Zoll langer Schwefelfaden geklebt, der, um das Funkensprühen zu vermeiden, vorher durch die Flamme der Grubenlampe gezogen ist. Bevor das Anzünden durch den Arbeiter erfolgt, haben sich alle übrigen Arbeiter so weit zu entfernen und sich so zu sichern, dass sie von umhergeschleuderten Gesteinsstücken nicht getroffen werden können; demnächst wird das Schwefelmännchen, beziehungsweise die Zündschnur angezündet, worauf der Arbeiter unter dem Rufe „es brennt“ gleichfalls zu dem gesicherten Punkte eilt. Durch das Abbrennen des Schwefelmännchens wird der Zünder und durch diesen das Pulver entzündet, durch Abbrennen der Zündschnur erfolgt die Zündung des Pulvers direct; kommt es vor, dass ein Schuss versagt, die Zündung nicht erfolgt, so haben die Arbeiter je nach den Umständen lange genug zu warten, bevor sie sich dem Ort wieder nähern. Dann ist zu untersuchen, ob der Besatz unversehrt ist, in welchem Falle von Neuem eine Zündung eingebracht wird, während, wenn der Besatz verletzt ist, derselbe erneuert werden muss. Hat der Schuss gewirkt, so werden die gelösten Gesteinmassen mit Schlägel und Eisen beseitigt, grössere abgeworfene Stücke durch Treibfäustel zerkleinert, um sie zum Einladen in die Fördergefässe geschickt zu machen. Demnächst beginnt das Bohren von Neuem. Werden von mehreren Arbeitern gleichzeitig vor dem Ort Löcher gebohrt, so empfiehlt es sich, dieselben auch gleichzeitig zu laden und wegzuthun, weil sich die Wirkungen der Schüsse gegenseitig unterstützen, was indess andererseits geleugnet wird, weshalb das gleichzeitige Abfeuern mehrerer Schüsse vermieden wird.

### VI. Das Feuersetzen.

Die Methode, Gebirgsmassen durch Feuersetzen zu gewinnnen, ist uralt und scheint schon den Egyptern bekannt gewesen zu sein; Plinius erwähnt sie als von den Römern angewendet und nach Livius ist sie beim Uebergang Hannibal's über die Alpen benutzt worden. Bis zur Erfindung des Schiesspulvers und Einführung der Sprengarbeit bediente man sich ihrer bei der Gewinnung von Lagerstätten der verschiedensten Art, im Mansfeldischen noch in den Jahren 1720 bis 1730, wahrscheinlich zum Hereinbrennen der unterschrämten Schiefer. Jetzt findet man sie nur noch an sehr wenigen Stellen bei mächtigen Lagerstätten und höchst festen Massen, die jedoch nicht ganz unzerklüftet sein dürfen; wo möglich darf nur eine freie Seite des Gesteins vorhanden sein, weil sonst nur Mürbebrennen, nicht Absprengen stattfindet. Die Baue dürfen dabei nicht zu enge sein, auch muss festes Nebengestein vorhanden sein, damit dasselbe nicht unzeitig, früher als die zu gewinnende Lagerstätte verletzt wird. Das Brennen des Gesteins darf keine schädlichen Gase entwickeln, z. B. ist es für Lagerstätten von Arsenikkies unanwendbar, auch darf die Beschaffenheit der Erze selbst, z. B. derbe, leichtflüssige, nicht beeinträchtigt werden. Der Wetterzug muss besonders lebhaft sein, um die Ansammlung von Schwaden namentlich in den tieferen Bauen zu verhüten, auch um das Feuer selbst in Brand zu erhalten. Das Gestein muss trocken sein und das Holz billig im Preise stehen.

Die Methode führt verschiedene Uebelstände mit sich. Die entwickelten Gase können trotz lebhaften Wetterzuges schädlich wirken, die durch das Brennen losgelösten Wände stürzen zur Unzeit herein und können die Arbeiter beschädigen, die ausserdem durch grosse Hitze belästigt werden, die Wände werden geschwärzt, so dass die Anbrüche unkenntlich werden, ein Theil der Erze wird zerkleinert und verstäubt.

Als Brennmaterial benutzt man Holz, gewöhnlich in Scheiten, weil eine schnelle, plötzliche Erhitzung, daher rasch auflodernde Flamme nöthig ist. Versuche hat man mit Torf im Rammelsberge am Harz, mit Braunkohle im Zwitterstockwerk zu Altenberg angestellt, die aber beide ungünstig ausfielen, weil die Hitze nicht plötzlich genug wirkte; günstigere Resultate werden von einem Versuche mit Koks auf der Grube St. Christoph bei Breitenbrunn in Sachsen[167]) berichtet. — Das Zubringen des Holzes erfolgt einfach durch Einwerfen in Schächte, welche dann natürlich jedem anderen Gebrauche entzogen sind.

Für die Manipulationen ist als Gezähe angewendet die Prägelkatze, welche zwar nicht überall eingeführt, aber ein sehr zweckmässiges Geräth ist; es ist ein eiserner Rahmen, der auf vier Füssen ruht, an beiden Langseiten und oben wird das Gestell mit Blechtafeln belegt, so dass sich ein abgestumpfter pyramidaler Kasten bildet, welcher ($2^1/_2$ Fuss) 785 Milli-

[167]) Jahrbuch f. d. Berg- u. Hüttenmann auf d. Jahr 1863. Freiberg. S. 157. — Berg- u. hüttenm. Zeitung v. Kerl u. Wimmer. Leipzig 1865. S. 26.

meter lang, hinten (2$\frac{1}{2}$ Fuss) 785 Millimeter breit und (1$\frac{1}{2}$ Fuss) 471 Millimeter hoch, vorn (1$\frac{1}{2}$ Fuss) 471 Millimeter breit und (1 Fuss) 314 Millimeter hoch ist; in denselben werden die Holzscheite gelegt und entzündet, so dass das Feuer darin zusammengehalten und durch den nach vorn gebildeten Luftzug lebendig erhalten wird, die schmale Seite wird gegen die anzugreifende Fläche gekehrt. Ausserdem hat man zweizinkige Gabeln zum Schüren des Feuers, Kratzen zur Beseitigung der Asche, Stossstangen zum Hereinwerfen abgetrennter Gesteinswände, Keilhauen, Brechstangen, Treibfäustel zur Behandlung der gelösten Gesteinstücke nöthig.

Als Regeln sind zu beobachten: Die anzugreifende Gesteinsfläche muss frei von Schalen, möglichst rein, trocken und rauh erhalten werden; das Feuer muss man zusammenhalten und auf die anzugreifende Stelle richten, dabei muss es hell brennen. Flächen, welche nicht angegriffen werden sollen, muss man vor dem Feuer schützen. Nach dem Erlöschen des Feuers muss man das Ort, sobald wie möglich, beräumen und von Neuem Feuer setzen, welches dann viel besser wirkt, weil das Gestein noch nicht erkaltet ist. Man thut gut, nicht zu viel Brennmaterial auf einmal zu entzünden, weil ein grosses Feuer schwerer zu reguliren ist. Nach dem Abbrennen wird das Gestein mit Wasser abgekühlt, wodurch sich dann die Schalen besser loslösen.

Nach Art des Angriffs hat man zu unterscheiden: Seitenbrand, Firstenbrand, Sohlenbrand.

*a.* Seitenbrand. Bei Anwendung der Prägelkatze stellt man deren schmale Seite gegen den Stoss, schichtet das Holz in Scheiten von (1$\frac{1}{2}$ bis 2 Fuss) 471 bis 628 Millimeter Länge, (1$\frac{1}{2}$ bis 2 Zoll) 39 bis 52 Millimeter Stärke fest auf und belegt die Blechtafeln mit Bergwänden und entzündet; wenn das Holz niedergebrannt ist, legt man neues auf, bis die beabsichtigte Wirkung erfolgt ist. Der Luftzug treibt die Flammen gegen den Stoss. — Ohne Anwendung der Prägelkatze legt man zunächst zwei Scheite rechtwinkelig gegen den Stoss, dann mehrere, etwa 3 bis 4 sich kreuzende Lagen darüber, indem man zwischen den Scheiten einen Raum von (2 bis 4 Zoll) 52 bis 105 Millimeter lässt; oben auf stellt man dann eine oder einige Reihen Scheite schräg gegen den Stoss.. In die unterste Lage legt man leicht brennbare Späne und klein gespaltenes Holz zum Anzünden. Die von dem Stosse abgewendete Seite bedeckt man mit feuchtem Grubenholz oder mit Bergen, um das Feuer zu concentriren. Zu Geyer im Erzgebirge stellt man die Scheite unmittelbar auf die Sohle schräg gegen den Stoss im Winkel von 60 bis 75 Grad und bringt die Entzündungsspäne unter die Scheite. Bei grossen Bränden im Rammelsberge setzt man mehrere Reihen Scheite über und hinter einander, aber am besten nicht direct auf die Sohle, sondern auf Unterlagen von kreuzweise gelegten Scheiten.

*b.* Der Firstenbrand ist am wirksamsten. Die Scheite werden hohl gelegt auf einzelne grössere Scheite oder Bergwände in sich kreuzenden

Lagen zu einem viereckigen Haufen (Schranken oder Schragen), die unteren Lagen mit Spielraum, die oberen dichter, um das Feuer zusammenzuhalten, bis das Ganze gehörig brennt. Man lässt den Schragen bis zur Firste reichen, oder man setzt mehrere Schragen von (3 Fuss) 942 Millimeter Höhe neben einander, um die Firste gleichzeitig auf grössere Erstreckung anzugreifen.

*c.* Der Sohlenbrand ist am wenigsten brauchbar. Man wendet hier niedrige Schragen an, die oben und an den Seiten, soweit es der ohnehin schwache Luftzug gestattet, mit Bergen abgedeckt werden.

Der Ortsbetrieb fällt immer unregelmässig aus. Die Prägelkatze benutzt man zum Herstellen eines Einbruchs, dann wird an den Seiten nach einander ohne Katze ausgeweitet, worauf nach einiger Zeit die Firste durch Brand nachgeholt wird; dann folgt wohl eine Berichtigung des Ortes durch Sprengarbeit. Auch ohne Katze sucht man zunächst Einbruch zu machen oder stellt auch einen flachen Einbruch, am besten ganz in der Sohle, durch andere Gewinnungsmethoden her.

Beim Abbau stellt man grosse Weitungen (Brennweiten, Brennörter) her, vornämlich auf sehr mächtigen Gängen, wie in Ungarn, auf Stockwerken und Stöcken. Man beginnt mit Erweiterung eines Ortes, indem man wiederholt an den Stössen Feuer setzt, die Firste kommt dann mit zunehmender Ausweitung von selbst herein, indem die Flamme der Wölbung derselben folgt, besonders wenn man die Holzstösse bis nahe unter die Firste aufführt, andernfalls wird sie mit Firstenbrand nachgeholt; je weiter der Raum wird, desto grösser können dann die Feuer gesetzt werden. Wächst die Höhe, so setzt man die Holzstösse auf bereits hineingebrachte Wände, den sog. Herd, bis das Ort eine Weite und Höhe von (3 bis 6 Lachter) 6,25 bis 12,5 Meter hat.

Firsten- und Strossenbau geschieht durch Seitenbrand, ersterer auch wohl durch Firstenbrand.

Auf mächtigen Gängen von (2 bis 4 Klafter) 4 bis 8 Meter zu Felsoebanya setzt man in der Strecke eine Reihe kleinerer Holzstösse auf (8 bis 20) 16,75 bis 42, zuweilen auf (100 Klafter) 209 Meter Länge auf einmal neben einander, schützt die Ulmen (Streckenstösse) durch Bergwände und entzündet die Holzstösse gleichzeitig. Sind genug Wände hereingegangen, so wird die Strecke frei gemacht und dann von Neuem Feuer gesetzt, indem man die hereingefeuerten Wände als Unterlage benutzt.

Ueberhauen werden sehr einfach durch Firstenbrand getrieben. In der Strecke wird eine Feuerbühne geschlagen, welche mit altem feuchten Grubenholz bedeckt wird; man zwingt durch Anbringen von Wetterthüren die Wetter nach Oben zu ziehen. Allmälig rückt man die Bühne immer höher. Meistentheils unterstützt man die Arbeit durch Schiessen.

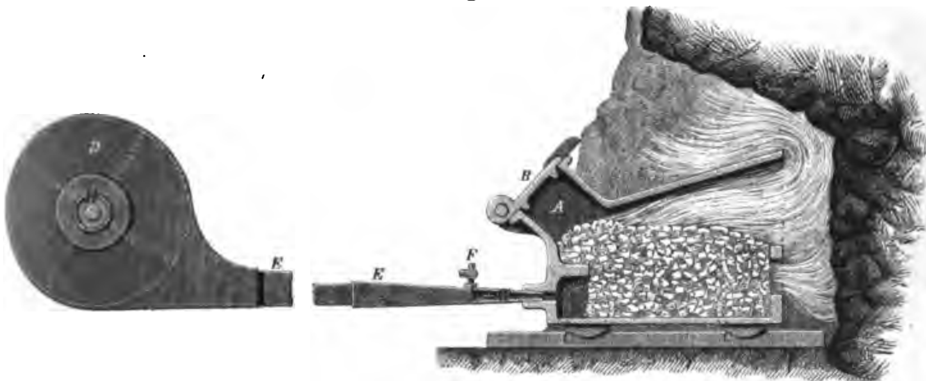
Das Abteufen ist schwierig, weil der Luftzug nicht nach Unten geht, es wurde deshalb von den Alten, wo nur immer möglich, vermieden,

lieber ging man sehr eng mit Schlägel und Eisen nieder und brannte dann nach. Die Sohle ist stets sorgfältig zu beräumen und trocken zu halten, damit das Feuer auf dieselbe wirken kann, auch sind wo möglich Wetter zuzuführen, indem man einen Schachtscheider bis zum Feuer nachführt; der Holzstoss ist sorgfältig mit Steinplatten zu bedecken, damit der Scheider nicht in Brand geräth.

Das Anzünden hat immer von der Seite zu erfolgen, wohin der Wetterzug geht. Es erfolgt zu bestimmten Zeiten in der Schicht, meistentheils Nachmittags oder Abends, damit das Feuer in der Nacht brennt und am Morgen geräumt werden kann, oder an bestimmten Wochentagen oder da, wo grosse Feuer gesetzt werden, am letzten Arbeitstage in der Woche. In dem übrigen Theil der Woche wird geräumt, gefördert, neues Holz hereingeschafft und aufgeschichtet.

Obwohl die Gewinnung von Erzen durch Feuersetzen nur noch selten vorkommt, namentlich nur da, wo grosse Festigkeit des Gesteins und Billigkeit des Brennmaterials vorhanden ist, so hat Hugon dennoch zur Ersparung an Arbeitskraft gegen die frühere Methode hierzu einen besonderen Apparat angegeben.[168]) Derselbe besteht (Fig. 93) in einem Ofen A

Fig. 93.




zur Aufnahme des Brennmaterials, welcher mit oder ohne Rost eingerichtet sein kann; durch die Thür B wird das Brennmaterial aufgegeben, mit den Rollen oder Rädern C ist der Ofen auf Schienen zu bewegen. Durch den Ventilator D und die Windleitung E wird der Wind zugeführt, wobei durch den Hahn F die zugeführte Windmenge regulirt wird, während durch die Klappe G die Verbindung zwischen Ventilator und Ofen aufzuheben ist. Die Riemscheibe H vermittelt die Bewegung des Motors auf den Ventilator. Die Dimensionen des Ofens müssen den Umständen angepasst werden. Das Feuer wird mit trockenen Holzspänen angelegt, nach deren kräftiger Inbrandsetzung man Steinkohlen oder Koks auflegt; demnächst

[168]) Dingler polyt. Journal Bd. 189. S. 461. — Ebenda. Bd. 191. S. 363. — Berg- u. hüttenm. Zeitg. von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1868. S. 398.

lässt man durch den Ventilator vorsichtig Wind einströmen und bringt den Ofen, nachdem das Brennmaterial etwa binnen 15 bis 20 Minuten vollständig in Brand gerathen ist, in die Nähe der in Angriff zu nehmenden Stelle und lässt rasch gepresste Luft zutreten, in welche fein zertheilte Wassertröpfchen eingespritzt sind, welche sich in dem Feuer zersetzen sollen. Die Flamme tritt wie aus einer grossen Löthrohrspitze hervor und bestreicht den Ortsstoss, so dass nach kurzer Zeit Gesteinsstücke abspringen und zu Boden fallen, von wo sie der den Ofen bedienende Arbeiter mit einem geeigneten Gezähe hervorzieht. Um den Arbeiter gegen die heftig umherfliegenden Gesteinsplitter zu schützen, muss er sein Gesicht mit einer aus festem Drahtgewebe bestehenden Maske schützen. Sind starke Risse oder Sprünge im Gestein entstanden oder lösen sich Wände und Schalen ab, so zieht der Arbeiter den Ofen zurück und schreckt das Gestein mit Wasser ab, wozu er sich eines mittelst Röhren zugeführten Wasserstrahls oder einer Handspritze bedient. Nachdem die getrennten Gesteinmassen beseitigt und das Arbeitsort wieder frisch ist, wird der Ofen von Neuem herangeschoben, worauf der Vorgang wieder beginnt. Dem Arbeiter muss durch eine besondere Röhrenleitung die nöthige Luft in reichlicher Menge zugeführt werden, falls der Wetterwechsel vor Ort nicht völlig ausreicht, die durch Feuer verdorbene Luft schnell zu beseitigen.

Nach Hugon soll auf den Gruben von Challanges in Frankreich bei einem Zeitaufwande von 55 Stunden eine Strecke von 1,2 Meter Breite und 1,8 Meter Höhe um 1,5 Meter mit diesem Apparat verlängert worden sein, während in derselben Strecke zwei Arbeiter mittelst der gewöhnlichen Sprengarbeit in einem Monat nur 1,5 bis 2 Meter vorzurücken vermochten. Ueber die sonstigen ökonomischen Verhältnisse dieser Gewinnungsmethode giebt die Quelle keine Auskunft.

### VII. Anwendung des Wassers.

Das Wasser wirkt:

#### *a.* Ausdehnend.

Wenn man es auf hölzerne trockene Keile einwirken lässt, die in Folge dessen aufquillen und grosse Blöcke absprengen; so findet man die Anwendung beim Steinbruchsbetrieb, mehr noch für technische oder künstlerische Zwecke.

#### *b.* Auflösend,

beziehungsweise auslaugend. In dieser Weise fast ausschliesslich bei der Gewinnung von Steinsalz vorkommend.

#### 1. Sinkwerke.

Der Betrieb der Sinkwerke im Salzthon ist eine Abbaumethode und wird in diesem Abschnitt abgehandelt werden, dahin gehört auch das

Aussoolen der Steinsalzlager mittelst Bohrlöcher oder Schächte, was in die Salinenkunde eingreift. Hier sind zu besprechen:

2. Spritzwerke.

Die Gewinnungsmethode im Salzthon mittelst Spritzwerke wurde vom Bergmeister Ramsauer zu Hallstadt und Ischl eingeführt und hat von dort mit mehr oder weniger Bestand Verbreitung gefunden.[169]) In den meisten Fällen ist ein gewisser Druck der Wasser erforderlich; dieselben treten in Strahlen von der Richtung des herzustellenden Betriebes aus den Zuleitungsröhren heraus, lösen das Salz auf und veranlassen das Niederfallen der hierdurch ihren Zusammenhalt verlierenden unlöslichen Theile als Schlamm.

*aa.* Beim Ortsbetriebe dienen die Spritzwerke zum Schrämen und Kerben. Am Ende der Zuleitungsröhren befindet sich eine senkrechte Röhre, welche gegen die Firste verspreizt wird, und an welche sich in der Höhe, wo der Schram geführt werden soll, eine horizontale Röhre, wie die Ortsbreite lang, anschliesst, die Wandung dieser Röhre ist gegen das Ort zu mit Löchern versehen. Wird in der Zuleitungröhre der Hahn geöffnet, so treten Wasserstrahlen in horizontaler, gegen das Steinsalz wirkender Richtung heraus und lösen das Steinsalz auf, wodurch der Schram gebildet wird; meistentheils erfolgt das Schrämen auf der Sohle. Gleichzeitig stehen senkrechte Röhren mit der Zuleitungsröhre in Verbindung, entweder auf beiden oder nur auf einem Ortsstosse, durch welche die Wasser zum Kerben ausgestrahlt werden; dabei lässt man anfänglich nur aus den oberen Löchern und nach und nach erst aus den unteren Löchern das Wasser spielen, weil das von oben herabtropfende Wasser schon auf den unteren Theil des Stosses wirkt.

*bb.* Beim Betriebe enger Oerter spart man Schrämen und Kerben, indem man dem Apparat ein Mundstück mit rosenförmig gestellten Löchern giebt und die parallelen Wasserstrahlen Anfangs nur gegen den oberen Theil des Ortes spritzen lässt und dann allmälig das Mundstück nach unten senkt, so dass in solcher Weise der ganze Ortsstoss auf einmal aufgelöst wird.

*cc.* In gleicher Weise wie beim Schrämen und Kerben im Ortsbetrieb verfährt man beim Abschlitzen von Kernsalzmassen oder bei Erweiterung eines Orts Behufs Einbringung von Mauerung oder dergl. m.

*dd.* Beim Schachtabteufen stösst man zuerst ein Bohrloch und lässt dann durch eine Fallröhre aus einem Mundstücke die Wasserstrahlen rosenförmig divergirend heraustreten.

*ee.* Beim Ueberbrechen lässt man nur einen einzigen dicken Strahl aufwärts wirken, derselbe muss aber stark sein und durch einen ziemlich

[169]) Huyssen: Der Salzbergbau und Salinenbetrieb in Oesterreich, Steiermark und Salzburg in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 2. B. S. 31. — Hailer: der Salzbergbau zu Berchtesgaden; eben da Bd. 4. B. S. 39.

hohen Wasserdruck emporgetrieben werden; das an den Stössen herabfliessende Wasser bewirkt die weitere Auflösung.

In allen Fällen ist Nacharbeit erforderlich, entweder zur Hereingewinnung der unterschrämten und abgeschlitzten Steinsalzpartien oder zur Correctur der Orts- und Schachtstösse; man bedient sich alsdann entweder der Sprengarbeit oder Keilhauenarbeit, wozu man eine besondere Keilhaue, das Wirkeisen, von 3 Pfund Gewicht anwendet.

Als Zuleitungsröhren für das Wasser wurden vom Ramsauer Holzröhren benutzt, die Spritzröhren und Mundstücke stellt er von Messingblech her, welche in Muffen drehbar in die Holzröhren gesteckt werden, die Löcher sind 1 bis 2 Millimeter weit. Hailer erklärt sich gegen die allgemeine Anwendung, indess hatte man bei der Soolgewinnung in Hallstadt im Jahre 1851 binnen 11 Jahren eine Ersparung von über 35000 Gulden österr. erhalten. Als ein Vorwurf gegen diese Betriebsmethode wird geltend gemacht, dass die Spritzarbeit dem Salzgebirge vorzeitig Wasser zuführe und Auslaugungen und Aufquellungen veranlasse, wo man sie nicht beabsichtigt; dies ist in sehr vielen Fällen begründet und besonders in Erwägung zu ziehen, wo die Strecken lange Dauer haben sollen.

Die Anwendung der Spritzwerke zum Schlitzen bei der Gewinnung des derben Steinsalzes setzt voraus, dass man strossenartig verhaut und oben bereits vorgegangen ist. Auf dem Steinsalzbergwerk bei Hall am Kocher[170]) hat das Steinsalzlager eine Mächtigkeit von (28 Fuss) 8,788 Meter; in demselben wird am Dache mit (6,4 Fuss) 2 Meter hohen, (12,8 Fuss) 4 Meter weiten Oertern vorgegangen und in solcher Weise bildet man quadratische Pfeiler von (12,8 Fuss) 4 Meter Seite; dann wird abgeschlitzt, indem man zunächst auf der ganzen Höhe einen Schlitz von (1 Zoll) 26 Millimeter Breite und (1 Zoll) 26 Millimeter Tiefe mit der Keilhaue führt und hierauf das Wasser wirken lässt. Aus einer leicht beweglichen Rinne, welche mit einer Röhrenleitung in Verbindung steht, lässt man einen Wasserfaden in der Stärke eines Strohhalms herabrieseln, allmälig zieht man die Rinne zurück oder schiebt sie vor, wenn man von vorn arbeitet. Der Schlitz bildet sich nicht in gerader Linie, sondern bogenförmig aus, weil das Wasser wegen der Aufnahme von Salztheilen in oberer Höhe unten nicht mehr die auflösende Kraft besitzt, daher schiebt man von Zeit zu Zeit die Rinne wieder vor und lässt das Wasser an einer Schnur herabträufeln, damit es die unten stehen gebliebenen Salztheile fortnimmt. Bei (21 Fuss) 6,591 Meter Höhe verbraucht jede Schlitzrinne in der Stunde (1 Kubikfuss) 0,031 Kubikmeter Wasser und stellt (0,6 Quadratfuss) 0,059 Quadratmeter Schlitzfläche her; ein Mann kann 12 Rinnen in der 12stündigen Schicht warten.

---

[170]) Krause: Das Steinsalzbergwerk Wilhelmsglück zu Hall am Kocher, a. a. O. Bd. 4. B. S. 240.

Auch auf dem Steinsalzbergwerk zu Stassfurt wurden die Spritzwerke angewendet, aber im Jahre 1861 wieder aufgegeben, weil die Arbeit zu langsam fortschritt, das Steinsalz für das Mahlwerk verunreinigt wurde, und man die sonst überflüssige Wasserhaltung aufrecht erhalten musste, indem man keine Gelegenheit mehr zur Versiedung der gebildeten Soole in Stassfurt hatte. Man führte (4 Lachter) 9,369 Meter hohe und breite Strecken, indem man in der Firste ein (1 Lachter) 2 Meter hohes Einbruchsort von der ganzen Breite der Strecke trieb und dann drei verticale Schlitze mit Wasser führte, was hier wegen der im Steinsalz befindlichen Gipsschnüre schwieriger, als in Süddeutschland, war; die abgeschlitzten Pfeiler wurden durch Schiessarbeit gewonnen, die aber jetzt wieder allgemein angewendet wird. Auf dem Steinsalzbergwerk St. Nicolas bei Varangéville (Departement Meurthe)[171]) werden in dem 21 Meter mächtigen Steinsalzlager rechtwinkelig sich kreuzende Strecken von 8 Meter Breite, $5\frac{1}{2}$ Meter Höhe getrieben, zwischen welchen Pfeiler von 6 Meter Stärke stehen bleiben; es werden senkrechte Schlitze in je 2 Meter Abstand von einander geführt und die so gebildeten schmalen Steinsalzpfeiler durch Schiessarbeit gewonnen. Zur Ausgewinnung der Firste in den so gebildeten Abbauörtern wird ausschliesslich Spritzarbeit benutzt und in solcher Weise eine Streckenhöhe von 17 Meter gebildet.

Anhangsweise lässt sich hier erwähnen das Auslaugen alter kupferkieshaltiger Halden mittelst Wasser z. B. zu Schmöllnitz, auf Anglesea und in Wales, Behufs der Gewinnung von Cementkupfer.

### c. Fortschaffend.

Die Anwendung des Wassers zur räumlichen Fortbewegung der zu gewinnenden Massen erfolgt bei Gewinnung von Seifen, in grossem Maassstabe in Californien[172]). Ein starker Wasserstrahl, dessen Druckhöhe schon bis (130 Fuss) 40,801 Meter gesteigert worden ist, wird gegen den unteren Theil des Seifenstosses gerichtet, unterwühlt diesen, bis auch der obere hereinbricht, und schwemmt Alles fort, das Gold in Gräben oder Gerinnen absetzend; es kommt darauf an, den Wasserstrahl stark genug wirken zu lassen. Das Wasser wird in Schläuchen von Leder oder Segeltuch, welche mit Mundstücken versehen sind, zugeführt, bei einer Ausflussöffnung von ($1\frac{1}{2}$ Zoll) 39 Millimeter Durchmesser und einem Druck von (90 Fuss) 28,247 Meter Höhe kann durch einen Burschen die Arbeit von 10 Männern, welche in gewöhnlicher Weise die Seifen gewinnen, geleistet werden, je nach der Natur des Seifengebirges selbst die von 20 Mann. Da die Schläuche dem grossen Druck der Wassersäule nicht widerstehen konnten und häufige Reparaturen veranlassen, hat man in neuerer Zeit eiserne Röhren an-

[171]) Althans: Das Salzwerk St. Nicolas a. a. O. Bd. 12. B. S. 293.

[172]) Hydraulischer Abbau der Goldseifen in Californien in berg- und hüttenm. Zeitung. Freiberg 1860. S. 120.

gewendet, welche vorn mit Mundstücken versehen sind; dieselben sind durch eine wasserdicht abschliessende nach allen Seiten drehbare an die Leitung angeschlossen, so dass dem Wasserstrahl jede beliebige Richtung gegeben werden kann[173]). Man hat zu diesem Zweck in Californien Anlagen von grossen Wasserleitungen, oft bis 80 englische Meilen lang; im Jahre 1858 hatte man 5726 Meilen (englisch) Röhrenleitungen mit 13,575400 Dollars Anlagekapital angelegt, wobei die kleinen Nebenzweige von 100 Meilen Länge und die noch im Bau befindlichen Leitungen nicht mit gerechnet sind.

## B. Maschinenarbeit.

Die Arbeit mit Maschinen soll einerseits die beim Bergbau immer kostspieliger werdende und wegen Mangels ausreichender bergmännischer Bevölkerung nicht überall zur Genüge zu beschaffende Handarbeit ersetzen, andrerseits die Arbeit selbst beschleunigen; die Bestrebungen sind auf Einführung der Maschinen sowohl beim Bohren, wie beim Schrämen und Schlitzen gerichtet und werden zur Zeit noch in allen Bergrevieren auf Auffindung des zweckmässigsten Princips hingelenkt.

Als bewegende Kraft ist vorzugsweise comprimirte Luft, aber auch Dampf und Wasser zur Anwendung gekommen; das letztere wird immer an locale Bedingungen gebunden sein, der Dampf empfiehlt sich nicht beim Grubenbetrieb, weil in den engen Räumen dadurch zu grosse Hitze hervorgerufen wird und eine künstliche Beseitigung des ausgeblasenen Dampfes nothwendig ist, wogegen die aus der Maschine austretende Luft zur Vermehrung der Wettercirculation beiträgt, weshalb der Anwendung der comprimirten Luft der Vorzug zu ertheilen ist, wenn auch durch die Compression der Luft ein Theil des Nutzeffects des ursprünglichen Motors verloren geht.[174])

### I. Maschinenbohren. [175])

Das Bohren mittelst Maschinen ist stossend und drehend versucht und angewendet worden.

#### *a.* Stossendes Bohren.

1. Angeregt durch den Oberberghauptmann Grafen von Beust zu Freiberg hat der Modellmeister Schumann[176]) daselbst im Jahre 1856

[173]) The Engineering and Mining Journal. New-York 1871. S. 130.

[174]) Dingler polyt. Journ. Bd. 201. S. 6. — Berggeist. Köln 1871. S. 188. — Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure. Bd. 15. S. 779.

[175]) Dr. F. M. Stapff: üker Gesteinbohrmaschinen. Verlag des Verfassers. 1869.

[176]) Gerlach: Beschreibung des Schumann'schen Apparats zum Bohren von Löchern in Stein, im Freiberger Jahrbuch f. d. Berg- u. Hüttenmann a. d. J. 1861. S. 206. — Berg- und hüttenm. Ztg. von Bornemann u. Kerl. Freiberg 1862. S. 7. — Dingler polyt. Journal. Bd. 201. S. 9. — Berggeist. Köln 1871. S. 189. — Zeitschr. des Vereins deutscher Ingen. Bd. 15. S. 781.

eine stossende Bohrmaschine construirt, mit welcher Versuche beim Betriebe des Rothschönberger Stollns angestellt wurden; seitdem hat die Maschine von Schumann manche Verbesserungen erfahren und ist an verschiedenen Orten in Benutzung genommen worden. Die Construction ist folgende: der Betriebscylinder, ($4\frac{1}{2}$ Zoll) 118 Millimeter weit, (8 Zoll) 209 Millimeter lang, liegt auf einem Rahmen, der vorn mit zwei verstählten Spitzen versehen ist, mit welchen der Apparat gegen die Stelle, wo das Bohrloch eingebracht werden soll, gestemmt wird; am entgegengesetzten Ende ist in dem Bügel des Rahmens eine Schraube angebracht, welche einen klauenförmigen Kopf hat, mit dem die Schraube in eine eingeschlagene Spreize eingepresst wird, so das der ganze Apparat festzustellen ist. Der Cylinder ist verschiebbar, indem in entsprechenden Einschnitten die Cylinderdeckel auf den Seitenarmen des Rahmens ruhen; das Verschieben erfolgt durch eine lange seitliche Schraubenspindel, welche durch eine am Cylinder befestigte Schraubenmutter geht und durch ein konisches Vorgelege mit Kurbel bewegt wird. Die Maschine ist in der neueren Construction mit Schiebersteuerung versehen, während früher eine Hahnsteuerung angebracht war; der Schieber wird durch ein kleines auf einer Querwelle sitzendes Excentrik bewegt, indem die Welle mittelst gewöhnlichen Vorgeleges und Kurbel gehandhabt wird. Die Welle trägt eine Schraube ohne Ende, welche ein wurmförmiges Rad bewegt, das seinerseits in eine Nute der Bohrstange greift und diese umsetzt. Die Bohrstange ist mit der Kolbenstange verbunden, welche durch beide Cylinderdeckel hindurchgeht und an dem vom Bohrloch abgekehrten Ende noch ein Gewicht trägt, um den Stoss zu verstärken; das nach dem Bohrloch zugekehrte Ende der Stange ist dicker, als das andere, weil zur Rückwärtsbewegung weniger Kraft erforderlich ist, als zum Stoss auf das Gestein. Zur Bedienung sind zwei Mann erforderlich, von denen der eine die Kurbel zum Nachschieben des Cylinders, der andere die zur Steuerung und zum Umsetzen der Bohrstange handhabt.

Die Maschine von Schumann hat an verschiedenen Punkten Anwendung gefunden und ist vielfach in ihren Einzelheiten mit Beibehaltung des Princips abgeändert worden. Eine solche Abänderung hat auch der Werkmeister Bergström[177]) in Schweden vorgenommen und die Maschine unter seinem Namen patentiren lassen; der wesentliche Unterschied besteht darin, dass der Steuerungsschieber nicht an der Kurbel mittelst der Hand, sondern durch die Maschine selbst bewegt wird.

2. Schon im Jahre 1855 wurde in England ein Patent auf eine Bohrmaschine an Thomas Bartlett ertheilt, welche im Wesentlichen aus

[177]) Stapff: Gesteinbohrmaschine in berg- u. hüttenm. Zeitung v. Kerl u. Wimmer. Leipzig 1866. S. 196. — Ebenda 1867. S. 384. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Jahrg. 1868. S. 75. — Dingler polyt. Journ. Bd. 201. S. 10. — Berggeist. Köln 1871. S. 189. — Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ingen. Bd. 15. S. 782.

zwei mit einander verbundenen Cylindern besteht; in dem einen derselben wird mittelst Dampf ein Kolben bewegt, dessen Stange durch den Cylinderdeckel hindurchgeht und als Kolbenstange für einen im zweiten Cylinder befindlichen Kolben dient. Bei jedem Kolbenspiele wird in den zweiten Cylinder durch eine Oeffnung Luft von atmosphärischer Spannung angesogen und durch die Bewegung des Kolbens verdichtet. Um die Kraft der verdichteten Luft nutzbar zu machen, befindet sich in dem Luftcylinder noch ein zweiter Kolben, welcher von dem zwischen beiden Kolben entstehenden Luftpolster vorwärts getrieben und die an ihm angebrachte Bohrstange auf das Gestein wirken lässt. Der Hauptunterschied gegen die Schumann'sche Maschine besteht darin, dass hier die Luft erst in dem Cylinder comprimirt wird und ihr Arbeitsmoment erhält, während bei Schumann dem einen vorhandenen Kolben die Luft comprimirt zugeführt wird; ausserdem empfiehlt die Anwendung von Dampf die Anwendung der Maschine von Bartlett in Grubenräumen nicht.

3. Bei der Herstellung des Eisenbahntunnels durch den Mont Cenis sollte die Bartlett'sche Maschine in Gebrauch genommen werden, sie wurde aber verdrängt durch die Maschine von Someiller[178]). Die bewegende Kraft ist hier direct eingeführte comprimirte Luft. Der Cylinder ist 6 Centimeter weit, 20 Centimeter lang und ruht auf einem Rahmen, der Kolben macht 200 Vor- und Rückwärtsbewegungen in der Minute und trägt nach der dem Gestein zugekehrten Seite die Bohrstange mit dem Meisselbohrer, an der abgekehrten Seite eine Schraube, mittelst welcher die Vorwärtsbewegung des Cylinders bewirkt wird. Die Schiebersteuerung wird von einem Hilfscylinder, der 6 Centimeter weit ist und 10 Centimeter Hub hat, in Bewegung gesetzt, indem von dem Kolben desselben aus durch konische Transmission eine längs des Rahmens liegende Welle bewegt wird, die auf den Schieber wirkt. Von der Welle aus erfolgt auch das Umsetzen des Meissels, indem ein auf derselben befindlicher Sperrkegel in das mit 16 Zähnen versehene, an der Kolbenstange sitzende Sperrrad eingreift, so dass in 16 Hüben einmal die Peripherie durchlaufen wird. Die Kolbenfläche ist nach der Arbeitsseite hin geringer, als an der entgegengesetzten, weil dort die Kolbenstange dicker ist, durch die Differenz wird die Wirkung des Bohrers auf das Gestein verstärkt; um die Wirkung der Stösse auf das gehende Zeug zu brechen, sind der Schieber und die Luftzuführungskanäle so angeordnet, dass vor und hinter dem Kolben Luftpolster sich bilden. Durch die Steuerungswelle wird auch der Cylinder in bestimmten Pausen, je nach dem Vorrücken des Bohrers, vorwärts geschoben; der Schraube an der abwärts gekehrten Seite der Kolbenstange entsprechen Zähne an der innern Seite der Rahmenstangen, durch Vorschieben einer Muffe mittelst eines Ansatzes der Steuerungswelle wird diese Schraube oder dieses Wurmrad von Zeit zu Zeit gekuppelt und um einen Zahn vorwärts ge-

[178]) Berg- u. hüttenm. Zeitung v. Bornemann u. Kerl. Freiberg 1862. S. 8.

schoben, so dass der Cylinder und mit ihm die Bohrstange sich vorwärts bewegen. Die Maschine wiegt 4 Centner und ist zu schwer für den Betrieb in engen Grubenbauen, sie erfordert einen Mann zur Bedienung, der für rechtzeitiges Auswechseln etwa schadhaft gewordener Bohrer und für die Wartung der Maschine Sorge zu tragen hat. Die Maschine hat sich aber bei den Tunnelarbeiten im Mont Cenis sehr bewährt, indem dadurch die Führung des Richtstollens sehr beschleunigt worden ist. Man bringt bis zu 10 Stück solcher Maschinen auf einem Wagen[179]), welcher auf einem Schienengeleise bewegt wird, vor Ort und in verschiedene Richtungen gegen die Angriffsfläche, so dass gleichzeitig eine grössere Zahl von Bohrlöchern gebohrt und gesprengt werden kann; man bohrt innerhalb 6 Stunden 60 bis 80 Löcher, die Zeit zum Verstellen der Maschinen und zum Einwechseln der Bohrer eingerechnet und braucht eben so viel Zeit zum Schiessen, Beräumen und Wiedervorschieben der Maschinen, so dass innerhalb 24 Stunden zwei Mal geschossen wird und das Vorrücken bei regelmässiger Arbeit auf jeder Tunnelseite 2 Meter beträgt[180]). Zu bemerken ist noch, dass mit Hilfe eines Wasserstrahls das Bohrmehl beständig ausgespritzt wird, hierdurch also die Arbeit wesentlich erleichtert und die längere Erhaltung der Bohrer bewirkt wird. Die Löcher stehen meist horizontal, nur die oberen etwas nach Oben, die unteren etwas nach Unten geneigt, ihr Durchmesser ist $2^1/_2$ bis 3 Centimeter; ausserdem bohrt man ein oder mehrere Löcher von 9 bis 12 Centimeter Durchmesser von gleicher Tiefe, wie die anderen, welche aber nicht besetzt werden, sondern nur als Einbruch dienen. Man bohrt die Löcher in mehren horizontalen Reihen, in einer mittleren Reihe bringt man die Einbruchslöcher an; die Löcher dieser Reihe ausschliesslich der Einbruchslöcher und die der darüber liegenden Reihe werden weggethan, erst dann folgen nach und nach die übrigen Reihen. In anderen Fällen setzt man die Löcher in concentrische Kreise, im Mittelpunkt ein Einbruchsloch und thut dann die Löcher in den einzelnen Kreisen, von der Mitte zur Peripherie vorschreitend, weg[181]). Das im November 1857 begonnene Werk ist am 10. Februar 1871 vollendet worden; die gesammte Länge beträgt 12236 Meter[182]). Der Leiter der Arbeit, Someiller, hat die Vollendung noch schauen dürfen, er starb aber bald darauf am 11. Juli 1871 im Alter von 56 Jahren[183]).

Auch beim Bergbau ist die Maschine von Someiller in neuerer Zeit zur Anwendung gelangt und zwar auf einer Grube zu Marihaye bei

---

[179]) Hoffmann: Der Tunnel durch den Mont Cenis, in Zeitschrift für Bauwesen von Erbkam. Jahrg. XVI. S. 299.

[180]) Glückauf, berg- u. hüttenm. Zeitg. 1867. Nr. 32.

[181]) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1867. S. 207.

[182]) Berggeist. Köln 1871. S. 48. — The Mechanics' Magazine. London. Vob. 95. S. 234.

[183]) Berggeist. Köln 1871. S. 385.

Lüttich[184]). Die Dimensionen der Arbeitsmaschine sind in der Quelle nicht angegeben. Die Luft wird in zwei doppelt wirkenden Luftpumpen, deren Cylinder 0,45 Meter Durchmesser und 1 Meter Kolbenhub haben, durch eine 40 Pferde kräftige Dampfmaschine comprimirt, in ein aus mehren Dampfkesseln bestehendes Reservoir von 140 Kubikmeter Fassung gedrückt und geht mit einer Pressung von 3 bis 5 Atmosphären durch eine 0,10 Meter weite eiserne Röhre durch den 412 Meter tiefen Schacht, von wo sie in 0,05 Meter weiten eisernen Röhren in zwei Stängen zu den Arbeitsmaschinen geleitet ist; dieselben sind mit der eisernen Luftleitung durch Kautschukröhren verbunden. Es wurden zwei gegenüberliegende Strecken aufgefahren, zu deren Betrieb 4 Maschinen vorhanden sind, welche auf Schienenwegen laufen; während vor dem einen Ort gebohrt wird, werden an dem anderen die gebohrten Löcher besetzt und weggethan und die Berge weggefördert.

4. Dem Ingenieur Schwarkopff zu Berlin war die Aufgabe gestellt, eine Maschine zu construiren, um Behufs Sprengungen beim Wasserbau im Rhein Bohrlöcher von (3 Zoll) 78 Millimeter Durchmesser und (3 bis $3^2/_3$ Fuss) 0,942 bis 1,151 Meter Tiefe herzustellen; er benutzte hierzu Dampfkraft, doch wurde auch comprimirte Luft versucht[185]). Die Maschine besteht im Wesentlichen aus einem kleinen Dampfcylinder von (7 Zoll) 183 Millimeter Durchmesser, ($4^1/_2$ Zoll) 118 Millimeter Hub mit (4zölliger) 105 Millimeter starker Kolbenstange, welche nicht fest mit dem Bohrer verbunden ist, sondern auf diesen als Hammer wirkt; die ganze Einrichtung hat Aehnlichkeit mit einem Dampfhammer. Die Steuerung erfolgt durch einen entlasteten Wilson'schen Drehschieber und wird durch die Maschine selbst bewirkt. Um die Drehung des Bohrers zu veranlassen, wird er nach jedem Schlage durch eine besondere Feder um ($^3/_8$ Zoll) 10 Millimeter gehoben und durch einen von der Kolbenstange aus bewegten Hebelmechanismus etwa um $^1/_{22}$ seiner Peripherie gedreht. Das Nachschieben des Cylinders erfolgt durch Drehen einer Schraube. Der Apparat wiegt 5 bis 6 Centner und macht 1100 bis 1200 Schläge in der Minute. Die bei den Rheinsprengungen erzielten Resultate sind in der unten bezeichneten Quelle[186]) näher angegeben. Für Grubenzwecke ist die Maschine zu schwer und würde sich nur dann dazu eignen, wenn sie mit comprimirter Luft betrieben werden könnte.

---

[184]) Bulletin de la Société de l'Industrie Minérale. Tome XIV. 1868 bis 1869. S. 393. — Berggeist. Köln 1871. S. 189. — Dingler polyt. Journal Bd. 201. S. 9.

[185]) Dingler polyt. Journ. Bd. 151. S. 73. — Ebenda Bd. 153. S. 409. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Bornemann u. Kerl. Freiberg 1862. S. 36. — Dingler polyt. Journal Bd. 201. S. 9. — Berggeist. Köln 1871. S. 189. — Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure Bd. 15 S. 781.

[186]) Hartmann: die Felsensprengungen im Rheinstrome von Bingen bis St. Goar in Zeitschr. f. Bauwesen. Redigirt von G. Erbkam. Jahrg. 18. S. 395.

Seit 1863 wird auch bei den Arbeiten im Rhein diese Maschine nicht mehr benutzt, weil im weicheren Gestein der Bohrer tiefer eindringt, als er nach dem Schlage gehoben werden kann, weil die Hebung des Bohrers durch Federn stattfindet, die so stark gemacht werden müssen, dass sie die Wirkung des Schlages beeinträchtigen, weil endlich die Steuerung beim etwaigen Klemmen des Bohrers ganz gehemmt ist und nur durch Lösung desselben wieder in Gang tritt. Hipp[187]) wandte deshalb zu gleichem Zweck eine einfach wirkende Fallbohrmaschine mit Handsteuerung an, deren Kolbenstange mit dem Bohrmeissel direct verschraubt ist und (12 Zoll) 314 Millimeter Hub macht. Beim Anhube lässt man den Dampf unter den Kolben treten; wenn dieser den Hub beinahe vollendet hat, wird die Stange um $^1/_{15}$ ihres Umfanges gedreht und ein Ventil im Deckel des Cylinders aufgestossen, durch welches Oberdampf eintritt, so dass der Kolben mit grosser Kraft niederfällt. Diese Maschine, welche mit Gerüst und Wagen 700 Thlr. kostet, bohrt in der Minute bei 110 bis 130 Hüben mit einem (3 Zoll) 78 Millimeter starken Kronenbohrer (2 bis $2^1/_2$ Zoll) 52 bis 65 Millimeter Loch ab. Man stellte täglich 8 bis 10 Bohrlöcher von ($4^1/_8$ bis $5^3/_4$ Fuss) 1,259 bis 1,589 Meter Tiefe her und schoss mit Blechpatronen von 2 bis 5 Pfund Inhalt und mit Sandbesatz, wobei sich die Kosten für das Meter oder 3,1862 Fuss Lochtiefe auf $3^3/_6$ Thlr. und für das Kubikmeter Masse auf 3,78 Thlr. beliefen, während bei der Handarbeit dieselbe Lochtiefe bei (2 Zoll) 52 Millimeter Weite auf 17,4 Thlr. und der Kubikmeter Masse auf 97 Thlr. zu stehen kamen.

5. Durch den Maschineninspector Sachs wurden im Jahre 1864 ausgedehnte Versuche mit einer von ihm angegebenen Bohrmaschine auf dem Galmeibergwerk Altenberg bei Moresnet unweit Aachen angestellt, welche recht befriedigende Resultate lieferten[188]). Auf einem aus zwei Rundstangen und Verbindungsbügeln gebildeten Rahmen ruht der Cylinder von 0,10 Meter Durchmesser und 0,14 Meter Maximalhub, in welchem ein massiver Kolben aus Schmiedeeisen möglichst dicht eingepasst ist; der Kolben ist nach Vorn mit einer dicken, nach Hinten mit einer dünnen Kolbenstange versehen, welche durch den Cylinderdeckel in Stopfbüchsen geht. Die dicke Kolbenstange trägt an ihrem vorderen Ende den Zförmigen Bohrer, welcher mittelst Keil mit ihr verbunden ist. Die dünne Kolbenstange trägt an ihrem Ende ein Querhaupt, welches auf dem Rahmen gleitet; die Verbindung des Querhauptes mit der Stange ist durch Schraubenmutter hergestellt, so dass die Kolbenstange sich drehen kann, während das Querhaupt hin- und hergleitet. Die Bewegung des Kolbens wird durch

[187]) Dingler polyt. Journ. Bd. 185. S. 401.

[188]) Carl Sachs: Ueber Gesteinbohrmaschinen. Aachen 1865. Siehe auch „Glückauf", berg- u. hüttenm. Zeitung. Essen 1867. No 37. — Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 13. B. S. 310. Bd. 17. B. S. 15. — Zeitschr. des Vereins deutscher Ingen. Bd. 11. S. 703. Bd. 12. S. 472. Bd. 15. S. 286. 782. — Berggeist. Köln 1871. S. 189. — Dingler polyt. Journal Bd. 201. S. 10. 12.

comprimirte Luft bewirkt, welche in einer Luftcompressionsmaschine über Tage zu 1 Atmosphäre Ueberdruck gebracht, in die Grube zur Maschine mittelst Röhren geleitet und durch einen Vertheilungsschieber vor und hinter den Kolben geführt wird; die Schieberbewegung wird durch Hebel bewirkt, welche mit dem Querhaupt der Kolbenstange verbunden sind, sie ist also eine selbstthätige, durch die Maschine selbst regulirte. Zur Drehung des Bohrers, d. h. zur Drehung der mit ihm fest verbundenen Kolbenstange und des Kolbens ist an dem hintern dünnen Ende der Stange ein gezahntes Rad von 36 Zähnen angebracht, durch welches die Kolbenstange luftdicht hindurch geht, in welchem sie aber hin- und hergleiten kann; die ruckweise drehende Bewegung wird hervorgerufen, indem bei jedem Rückgange des Kolbens ein Sperrhaken in das Zahnrad eingreift, welcher an einem verticalen Stängelchen sitzt, das durch Hebelvorrichtung bei jedem Kolbenrückgang eine kurze Drehung erhält. Nur die Vorwärtsbewegung des Cylinders beim Vorrücken des Bohrers erfolgt durch die Hand des Arbeiters; der Cylinder trägt einen Ansatz mit einer Mutter, durch welche eine lange Schraubenspindel geht, dieselbe ruht mit ihren Enden fest in den Bügeln des Rahmens und ist durch eine Kurbel drehbar, wodurch der Cylinder vor- und rückwärts geschraubt werden kann. Die Schieberkanäle sind so gestellt, dass sich vor und hinter dem Kolben ein Luftsack bildet, durch welchen die Stösse des Kolbens gemildert werden. Die ganze Maschine ruht auf einem Wagengestell. An zwei Achsen mit Rädern, welche auf einem Schienenwege vor den Arbeitsort laufen, sind zwei horizontale hölzerne Balken aufgehängt, die durch starke Bolzen gegeneinander abgesteift sind; auf jedem Balken stehen correspondirend vier verticale eiserne Ständer, welche oben durch Querbügel verbunden sind. Der vordere Theil hängt über die Achse hinüber und dient zur Aufnahme der Maschine, auf dem hinteren Theile befinden sich Arbeitsgezähe, eine Reservemaschine, Gummischläuche und ein Wasserreservoir, aus welchem Wasser in feinem Strahl zur Ausspritzung des Bohrmehls in das Bohrloch geleitet wird, das Gestell nimmt fast die ganze Höhe der Strecke ein, so dass es mit Holzkeilen gegen die Firste abgesteift und festgestellt werden kann, zu beiden Seiten ist den Arbeitern Raum zum Vorbeipassiren gelassen. Die beiden dem Ort zugekehrten Ständerpaare sind aus Gusseisen mit verzahnten Rändern, in die vorderen Ständer legt man eine geschlitzte Querstange, in die hintern eine runde Achse, welche beide so lang sind, dass sie gegen die Stösse der Strecke zu grösserer Befestigung des Ganzen verkeilt werden können; diese beiden Querstücke können beliebig hoch und niedrig verlegt werden, je nachdem man das Bohrloch in dem Ortsstoss ansetzen will; nur auf der Sohle konnte man beim Versuche auf dem Altenberge nicht bohren, weil die Maschine nicht tief verlagert werden konnte, was sich aber erreichen lassen müsste, wenn man die gezahnten Ständer unter das Gestell verlängert. In dem vorderen geschlitzten Querstück sitzt ein gegabelter, verschiebbarer Apparat, welcher durch

Schrauben festgestellt werden kann und in welchen die vorderen Theile des Maschinenrahmens aufgelagert werden. Auf das hintere Querstück kommt ein ausschiebbarer Verbindungskopf, welcher mit einem Zapfen in die hintere Kolbenstange greift und mittelst Keil festgehalten wird; das Kopfstück vertritt mit der Querachse und dem Zapfen ein Universalgelenk, so dass die Maschine nach drei Richtungen drehbar ist und je nach der dem Bohrloch zu gebenden Richtung verstellbar ist.

Um die Bohrarbeit auszuführen, wird das Gestell vor Ort gebracht und an den Rädern und an der Firste festgekeilt; demnächst wird der Ortsstoss an der Stelle, wo das Loch gebohrt werden soll, mittelst Handarbeit geebnet; alsdann verlagern die beiden Arbeiter, welche zur Bedienung jeder Maschine nothwendig sind, dieselbe in den beiden gezahnten Ständern des Gestells fest und sicher und setzen den kürzesten Bohrer ein; mittelst der Kurbelschraube wird der Cylinder so weit vorgeschoben, dass der Bohrer gerade vor Ort steht. Alsdann wird der Luft allmälig der Zutritt geöffnet und erst mit langsamer Bewegung gearbeitet, die beschleunigt und auf 200 bis 400 Schläge in der Minute gesteigert wird, wenn Alles in Ordnung geht. Wenn der Bohrer stumpf oder seine Länge abgebohrt ist, wird der Cylinder zurückgezogen und ein anderer, beziehungsweise längerer Bohrer eingesetzt. Sobald die gewöhnliche Anzahl Löcher gebohrt ist, wird die Maschine zurückgebracht, die Löcher werden besetzt und abgeschossen, das abgesprengte Gestein beseitigt, das Ort beräumt, so dass die Bohrarbeit von Neuem beginnen kann.

Auf dem Altenberge arbeiteten zwei solche Maschinen vor Ort, jede wurde durch zwei Mann bedient, von denen der eine die Kurbel zur Fortbewegung des Cylinders führte, der andere das Auswechseln der Bohrer und das Einspritzen des Wassers besorgte. In 12 Nachtstunden wurde der Einbruch in der Sohle durch Handarbeit gewonnen, bei Tage bohrte in 6 Stunden jede Maschine 6 bis 8 Löcher von ($1^2/_3$ bis $2^1/_3$ Fuss) 523 bis 732 Millimeter Tiefe, in dem übrigen Theil des Tages wurde gesprengt und die gewonnene Masse beseitigt. Die grösste Leistung war der Ausgewinn von ($2^2/_3$ Fuss) 0,837 Meter Streckenlänge in 24 Stunden, im Ganzen leistete man das $2^1/_2$fache der Handarbeit, welche in dem sehr harten, quarzigen Grauwackenschiefer nur sehr langsam fortschritt.

Die Maschine, welche ohne Befestigungskopf und ohne Bohrer 84 Kilogramm, mit diesen Stücken 102 Kilogramm wiegt, ist noch zu schwer, um leicht gehandhabt werden zu können, sie hat ausserdem noch den Nachtheil, dass sie die Fortbewegung des Cylinders, beziehungsweise des Bohrers noch nicht selbst regulirt und dass sie ein Bohren auf der Sohle der Strecke nicht zulässt. Den Uebelstand, dass durch Beseitigung des Gestells vor dem Wegthun der Bohrlöcher und durch Einziehen längerer Bohrer viel Zeit verloren geht, theilt sie mit anderen Bohrmaschinen. Zur Beseitigung eines Theils dieser Mängel hat Sachs eine andere Maschine construirt, welche auf einen höheren Luftdruck von 25 bis 28 Pfund, also

höchstens 2 Atmosphären eingerichtet ist. Dieselbe ist viel compendiöser und wiegt nur $42\frac{1}{2}$ Kilogramm, arbeitete bei den über Tage angestellten Versuchen mit 500 bis 600 Schlägen in der Minute und bohrte ein (20 Zoll) 523 Millimeter tiefes Loch in 20 Minuten. Die Maschine hat mit der vorher beschriebenen ganz gleiche Construction, nur ist noch eine Vorrichtung zur Fortbewegung des Cylinders angebracht. Zwischen dem Zahnrad zum Umsetzen des Bohrers und dem Cylinderboden ist ein zweites Zahnrad gleichfalls mit 36 Zähnen eingelegt, welches durch einen Sperrhaken um einen Zahn fortbewegt wird, so oft der Kolben seinen vollen Hub macht; gelangt derselbe beim Vorgang nicht bis ans Ende des Hubes, so bleibt das Zahnrad stehen. Das Zahnrad greift in ein anderes und dieses in ein zweites, dessen Hülse eine Schraubenmutter bildet. Diese umschliesst eine der beiden Rahmenstangen, die mit Schraubengewinden versehen ist, während andrerseits die Mutter in einem der Ansätze festgehalten ist, womit der Cylinder auf dem Rahmen ruht und sich darin drehen kann. Durch die Drehung der Mutter, welche erfolgt, so oft der Kolben seinen ganzen Hub macht, wird der Cylinder vorwärts geschoben, während bei vermindertem Kolbenhub so lange Stillstand eintritt, bis der Bohrer wieder genügend ins Gestein eingedrungen ist. Soll der Cylinder beim Einwechseln anderer Bohrer zurückgezogen werden, so muss die Mutter rückwärts gedreht werden, so dass der Cylinderansatz frei wird und nachgeschoben werden kann. Zum Drehen der Mutter sind an ihr eine Anzahl Griffe angebracht, welche den Schraubenschlüssel ersetzen. Die sogen. Hochdruckmaschine hat Sachs weiter vervollständigt und sie findet zur Zeit, besonders nach der Construction der Maschinenbauanstalt zu Kalk bei Deutz (früher Sievers und Comp., jetzt Actiengesellschaft Humboldt), vielfache Anwendung in allen Bergrevieren, obwohl man an vielen Punkten noch nicht über das Versuchsstadium hinausgetreten ist. Ein Bild dieser Maschinen gibt Fig. 94. Hier ist eine wesentliche Vereinfachung beim Rückwärtsbewegen der Maschine zum Einwechseln eines längeren Bohrers eingetreten. Auf eine der Längsstangen des Rahmens wirkt nämlich ein Schaltrad; dasselbe sitzt auf einer Hülse, welche nach Vorn in eine charnierartige, beim Gange der Maschine geschlossene, zweitheilige Mutter verlängert ist und durch diese Mutter auf der fast ihrer ganzen Länge nach mit Schraubengewinden versehenen Längsstange sich fortbewegt. Durch einen bei der Bewegung des Kolbens gelenkten Sperrhaken wird das Schaltrad um einen Zahn gedreht und dadurch der ganze Bohrapparat und mit ihm der Bohrer durch die Mutter an der Schraubenstange vorwärts gedreht, sobald der Kolben jedes Mal seinen Lauf vollendet hat. Falls ein längerer Bohrer eingewechselt werden muss, öffnet man die zweitheilige Mutter, wodurch man in den Stand gesetzt ist, den Bohrapparat mit Leichtigkeit rückwärts zu schieben, worauf man die Mutter wieder schliesst und durch eine Schraube fest an die Hülse andrückt. In dieser zweitheiligen Mutter liegt ein

(zu Seite 245.)

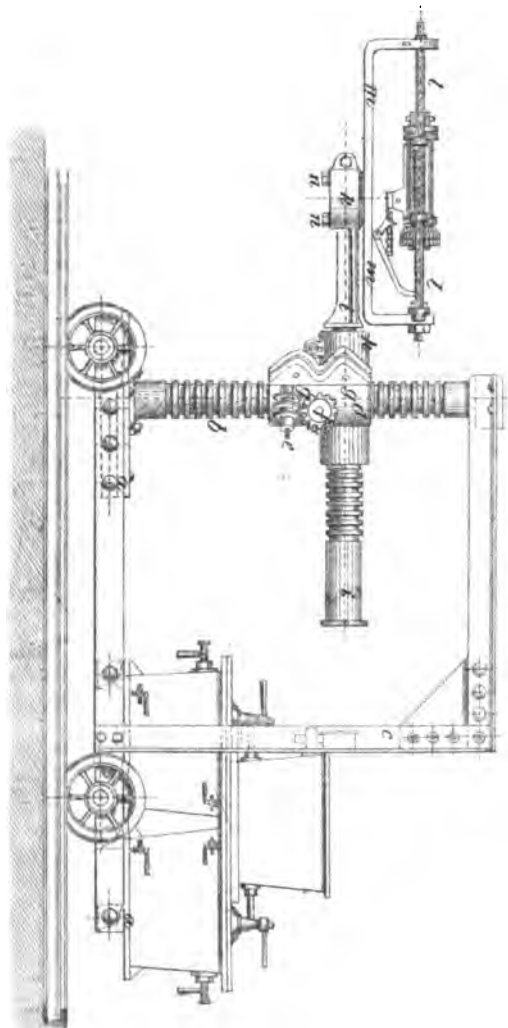
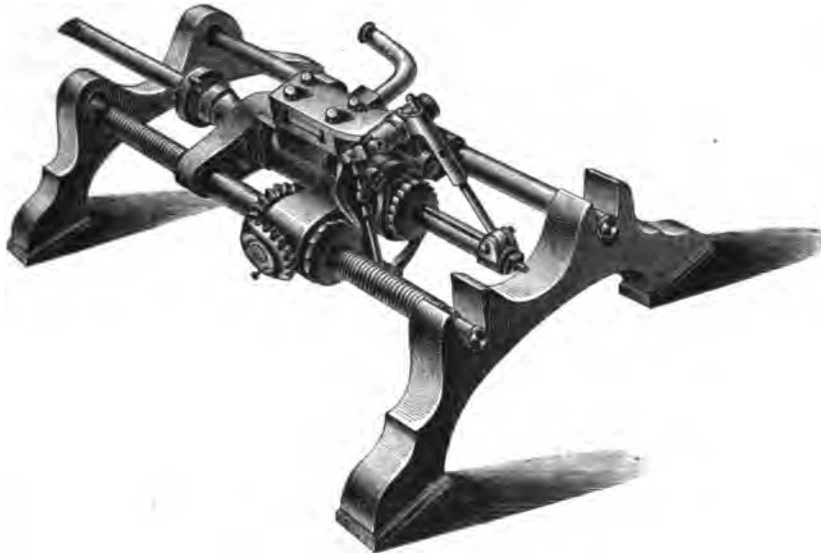


Fig. 95.

grosser Vorzug gegen die frühere Construction, bei welcher eine feste Mutter angewendet war; dadurch war man genöthigt, die Rückwärtsbewegung des Apparats durch eine besondere Vorrichtung zur Umdrehung

Fig. 94.



der Mutter zu bewirken, was zeitraubend war, und wodurch das Gewicht der Maschine vermehrt wurde.

Einen anderen Nachtheil hatte die Sachs'sche Maschine früher in ihrer Auflagerung auf dem Gestell, welches eine Drehung des Bohrapparates nach allen Seiten und ein Bohren in dem unteren Theile des Ortsstosses nicht gestattet. Dieser Uebelstand ist durch das von Döring angegebene Gestell beseitigt, welches zugleich ein geringeres Gewicht hat, als das früher von Sachs benutzte, und den Streckenraum weniger verengt. Auf einem gusseisernen Wagen aa, Fig. 95, welcher auf Schienen läuft, steht an der dem Ortsstosse zugekehrten Seite eine Säule b; dieselbe ist oben in einem Kreuz von Winkelschienen befestigt, welches seinerseits rückwärts gegen die auf der Grundplatte des Wagens stehenden Winkelschienen cc verbolzt und verstrebt ist; die Säule wird gegen die Firste mittelst Holzkeile festgestellt. Die Säule b ist mit concentrischen Rinnen, welche als Zahnstange dienen sollen, versehen, so dass die übergeschobene Muffe d mittelst des Schneckenrades e und des Rädchens f an der Säule auf- und abbewegt werden kann; mittelst der Schrauben gg kann die Muffe in jeder Stellung festgeklemmt werden. Diese Muffe trägt eine zweite Muffe h mit horizontaler Achse, durch welche ein gleichfalls mit concentrischen Rinnen versehener Röhrenbolzen ii hindurchgeht, welcher in jeder beliebigen Länge festgeklemmt werden kann. Dieser Bolzen trägt

an der dem Ortsstoss zugekehrten Seite einen Ring k, auf welchem das den eigentlichen Bohrapparat ll tragende Gabelstück mm ruht; in dem Ringe ist die Gabel im Kreise beliebig drehbar und kann in jeder Lage durch die Schrauben nn festgestellt werden. Da also der Apparat in verticaler, wie in horizontaler Ebene in jeder beliebigen Weise bewegt werden kann, auch der Bolzen i um seine Achse beweglich ist, so kann man dem Bohrer jede Richtung und jede Stellung geben, welche dem Zweck entsprechend ist. Die Stellung der Maschine wird von zwei Mann bewirkt und ist mit grosser Leichtigkeit in 5 Minuten hergestellt. Der hintere Theil des Wagens dient zur Aufnahme der Wasserkästen und des Arbeitsgezähes. Auch dieses Gestell hat noch den Uebelstand eines zu grossen Gewichtes, welchen man bei fernerer Anwendung auf der Grube Altenwald bei Saarbrücken beseitigen wollte[189]).

Zur Benutzung der Maschine beim Schachtabteufen ist in der Maschinenfabrik von Sievers und Comp. zu Kalk bei Deutz ein anderes Gestell[190]) construirt; dasselbe ist ein den Markscheiderstativen ähnliches Dreibein, zu welchem die Bohrmaschine selbst mit den beiden Längsstangen das eine Bein bildet, während die beiden anderen Beine am oberen Ende der Maschine mittelst Charnier verbunden und dadurch verstellbar und in sich verschiebbar sind, so dass man dem Bohrer jede beliebige Richtung geben kann. Um das Stativ festzustellen, werden in der Mitte schwere Gewichte angehängt; dennoch bewirken dieselben nicht genügende Stabilität, um die Erschütterungen beim Betriebe der Maschine zu überwinden. Deshalb haben beim Schachtabteufen auf der Grube Altenwald die Arbeiter dieses Gestell sehr bald beseitigt und arbeiten seitdem ohne Gestell, indem ein Arbeiter sich mit der Brust auf den Rahmen der Maschine auflegt und mittelst der Hände dieselbe in jeder beliebigen Richtung fixirt. Dadurch wird aber wiederum ein besonderer Arbeiter für die eigentliche Bohrarbeit erforderlich.

6. Auf der Ausstellung zu Paris im Jahre 1867 hatte Haupt[191]) eine Bohrmaschine ausgestellt, welche sich in vieler Beziehung von den sonstigen Maschinen unterscheidet. Sie ist (32 Zoll) 837 Millimeter lang, wiegt 62½ Kilogramm und wird mittelst Dampf betrieben, welcher in einem kleinen transportabeln Röhrenkessel in der Grube erzeugt wird; der Dampf wird mit den gebrauchten Wettern durch einen Ventilator entfernt. Die Kolbenstange ist hohl; in dieselbe wird das Bohrgezähe von hinten eingesteckt, so dass eine Auswechselung des Bohrers ohne Rückwärtsbewegung der Maschine möglich ist. Der Cylinderdurchmesser ist

---

[189]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 17. B. S. 17.

[190]) Ebenda. — Zeitschr. d. Vereins deutscher Ingenieure Bd. 12. S. 472.

[191]) Glück auf, berg- u. hüttenm. Ztg. Jahrg. 1867. No. 39. — Oesterreich. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. 1867. S. 335. — Dingler polyt. Journal Bd. 201. S. 10. — Berggeist. Köln 1871. S. 189. — Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure Bd. 15. S. 782.

im Lichten ($4^1/_8$ Zoll) 108 Millimeter, der äussere der Kolbenstange ($2^1/_4$ Zoll) 59 Millimeter, die Maschine arbeitet mit 60 Pfund Dampfüberdruck, der Kolbenhub beträgt (4 Zoll) 105 Millimeter, die Zahl der Schläge 375 in der Minute, so dass sich eine Kolbengeschwindigkeit von 1,303 Meter in der Sekunde ergiebt. Als Steuerung ist ein entlasteter Federschieber angebracht, welcher dem Kolben gestattet, seinen Weg zu vollenden, ehe der Schieber umsteuert. Der Schieber ist ein Röhrenstück, um welches der Dampf spielt und welches durch 4 genau abgedrehte Ringe gegen den cylinderischen Schieberkasten abgedichtet ist; die Schieberstange ist nicht fest mit dem Schieber verbunden, sondern endet mit einem Kolben innerhalb desselben, welcher von beiden Seiten durch Spiralfedern gehalten wird, die durch in die Enden des Schiebers eingeschraubte Ringe zusammengedrückt werden. Die Bewegung des Kolbens wird dadurch nicht unmittelbar auf den Schieber übertragen, sondern die Feder giebt zunächst dem Schlage nach, bis die Trägheit und Wirkung des Schiebers überwunden ist, so dass der Cylinderkolben, nachdem die Schieberstange bereits in Bewegung gesetzt ist, noch Zeit hat, seinen Hub mit voller Kraft zu vollenden, ehe der Dampf vor denselben tritt und den Rückgang veranlasst. Die Bewegung der Schieberstange wird mittelst Feder und Sperrhaken hervorgerufen, welche ihrerseits durch einen an der Kolbenstange sitzenden Arm bewegt werden. Derselbe Arm regulirt auch das Umsetzen der Kolbenstange, an welcher ein Sperrrad angebracht ist; ein Sperrhaken verhütet das Umsetzen des innerhalb der Kolbenstange befindlichen Bohrers in verkehrter Richtung, während Nuthe und Feder, mittelst welcher Bohrer und Kolbenstange verbunden sind, den Bohrer zwingen an der Umsetzung der Kolbenstange Theil zu nehmen. Dagegen muss der Bohrer, da der Cylinder unveränderlich festliegt, die Vorwärtsbewegung unabhängig von der Kolbenstange machen. Dieselbe wird durch eine Schraube bewirkt, welche beim Rückgange der Kolbenstange durch ein Sperrrad gedreht wird; die Vorrichtung muss so gestellt sein, dass stets eine der Vertiefung des Bohrlochs entsprechende Vorrückung stattfindet. Die Verlagerung der Maschine erfolgt auf Gerüsten von eisernen Säulen, deren am besten 2 anzuwenden sind; dieselben ruhen unten auf einer Querschwelle, welche auf einem Dreifusse beweglich ist, während die Säulen mittelst Stellschrauben gegen die Firste befestigt werden; die Querschwelle ist hohl und durch einen Querscheider in 2 Kammern getheilt, von denen die eine den frischen Dampf zu-, den gebrauchten abführt. Für (6 Fuss) 1,883 Meter hohe Strecken sind die Gerüste zur Aufnahme von 3 Maschinen bestimmt. Der Cylinder kann innerhalb des Gerüstes in der Horizontalebene um 90 Grad gedreht werden; in der Vertikalebene kann er in jeder beliebigen Stellung fixirt werden.

7. Donking[192]) in London hat zur Treibung eines Orts für den

---

[192]) Berg- u. hüttenm. Ztg. v. Kerl u. Wimmer. Leipzig 1868. S. 132.

Bottontunnel bei Manchester eine stossende Bohrmaschine angewendet, mit welcher ein kreisrundes Ort von (5 Fuss) 1,569 Meter Durchmesser hergestellt und ($1\frac{1}{2}$ Fuss) 471 Millimeter im mittelharten Gestein in der Stunde vorgebohrt wird. Auf einer Scheibe, welche sich mit der Kolbenstange vor- und rückwärts bewegt, sind an der Peripherie horizontal stehende gewöhnliche Meissel befestigt, mit welchen ein Ring gebohrt wird, in der Mitte dagegen ist ein Kronenbohrer angebracht, mit welchem ein grösseres Loch hergestellt wird, nach jedem Stoss dreht sich die Scheibe um ihre Achse. Das mittlere Loch wird geladen und besetzt, das Abbrennen des Schusses bewirkt eine Lösung des Gesteins bis zum ringförmigen Schlitz.

8. Eine Bohrmaschine war von Tigler in Mühlheim a. d. Ruhr im Jahre 1867 auf der Ausstellung in Paris ausgestellt und ist durch v. Rittinger in dessen Ausstellungsbericht beschrieben. Sie hat auch Anwendung bei dem Mansfelder Kupferschieferbergbau gefunden, wo äussere Umstände den günstigen Erfolg gehindert haben[193]). Die Maschine gleicht im Wesentlichen der Construction von Sachs mit selbstthätiger Drehung und Vorwärtsbewegung; nach dem Material v. Rittinger[194]) folgt eine Zeichnung derselben. Fig. 96. 97. Die comprimirte Luft tritt bei a ein und gelangt durch einen abwärtsgehenden Kanal zu dem Schieber, von wo

Fig. 96.

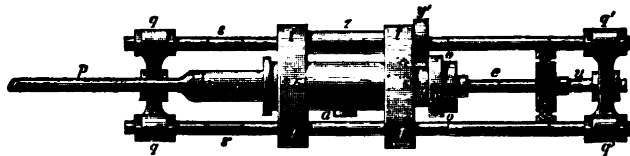
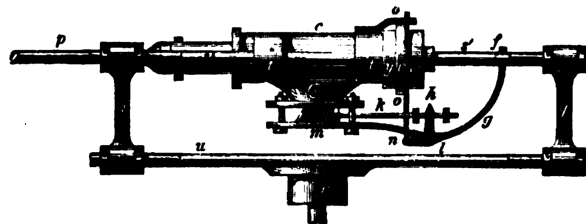



Fig. 97.




sie durch zwei Kanäle in den Cylinder c, abwechselnd über und unter den Kolben tritt, indem sie aus denselben Kanälen wiederum den Ausweg ins Freie erreicht. Der Treibkolben im Cylinder, von 78 Millimeter Durchmesser, ist mit zwei Stangen versehen, von denen die dickere d den Bohrer p trägt, die dünnere e mit einem Kreuzkopfe f versehen ist. In

---

193) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 16. B. S. 312.

194) Berg- u. hüttenm. Ztg. von Kerl und Wimmer. Leipzig 1868. S. 289. 353. — Dingler polyt. Journ. Bd. 190. S. 280.

diesem steckt der eine Arm g des Steuerungshebels glh, welcher hiernach von dem Treibkolben in Bewegung gesetzt wird; der andere Arm h des Hebels wirkt gegen zwei an dem Steuerungsschieberstiel k befindliche Schraubenköpfe. Der Steuerungshebel dreht sich um die Welle l, welche von zwei an der Platte m befestigten Armen getragen wird. Mit dem Hebel sind ausserdem noch zwei Arme n verbunden, welche zu beiden Seiten des Cylinders verticale Stangen o tragen, an denen Sperrklinken angebracht sind. Die eine derselben wendet durch das an der Kolbenstange e befindliche Sperrrad w diese selbst und dadurch auch den Bohrer p; die andere treibt durch das Sperrrad x das mit demselben verbundene Getrieberädchen y, welches mittelst des zugehörigen Rädchens y′ die Mutterhülse z umdreht, durch welche nach jedem Hube der Cylinder vorwärts gegen das Gestein geschoben wird. Der Cylinder sitzt mit den Ohren tt auf den Stangen ss′ und auf der durch Querstücke qq′ mit ersteren verbundenen Stange u, welche mit dem Zapfen r versehen ist, um den Bohrapparat auf den Arm des Gestellwagens, welcher vollständig, wie er oben nach Döring beschrieben, eingerichtet ist, zu befestigen. Bei dem Gebrauch auf den Mansfelder Gruben hat man sich noch des alten Gestells von Sachs bedient. Die Beschreibung des Bohrapparats stimmt fast genau mit der Construction von Sachs überein; die Theilung der Mutterhülse ist hier nicht erwähnt, bei deren Mangel die bei Einsatz eines längeren Bohrers erforderliche Rückwärtsbewegung des Cylinders beschwerlich ist.

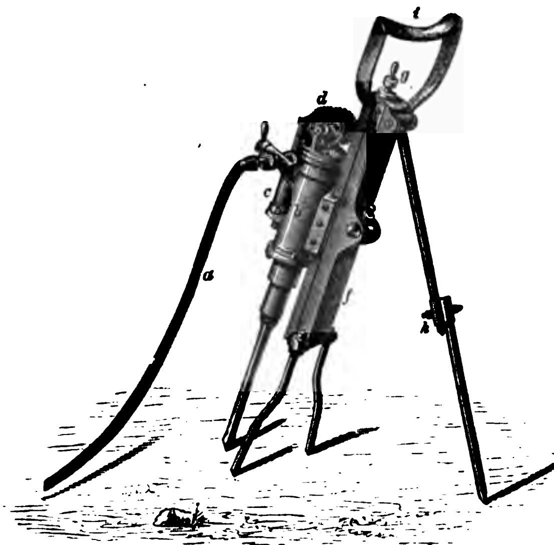
9. Der Maschinenmeister des Eschweiler Bergwerksvereins Osterkamp hat eine Gesteinbohrmaschine construirt und patentirt erhalten, welche sich durch leichte Handhabung und geringes Gewicht vor den früheren Construktionen auszeichnet; dieselbe wird auf den Gruben des genannten Vereins, auch auf den Gruben bei Saarbrücken und in Oberschlesien bereits in grösserer Ausdehnung versucht[195]). Die Maschine bedarf eines besonderen fahrbaren Gestelles nicht, sie hat keine selbstthätige Vorrückungsvorrichtung für den Bohrer und ist deshalb von viel geringerem Gewicht, als die sonst gebräuchlichen Maschinen, und sehr leicht durch einen Mann zu handhaben, so dass nach der Abbohrung des Lochs sie sehr schnell beseitigt und nach dem Wegthun des Schusses zum Ansatz eines neuen Bohrlochs wieder herbeigeschafft werden kann. Die bewegende Kraft wird über Tage durch eine Luftcompressionsmaschine erzeugt, die Luft durch den Schlauch a, Fig. 98, zur Maschine geleitet; der Bohrer ist in unmittelbarer Verbindung mit dem Kolben, welcher sich in dem Cylinder b bewegt. Die Steuerung bewirkt ein zweiter Kolben in dem Cylinder c, während das Umsetzen des Bohrers mittelst des Sperrrades d hervorgerufen wird. Die Maschine ist an dem Support in der Weise befestigt, dass sie mittelst des Schlittens f an demselben auf- und

---

195) „Glückauf." Essen 1870. No. 22. 23. 28.

abgleiten kann, welche Bewegung von dem Arbeiter durch Drehung der Kurbel g Behufs Vorrückung des Bohrers hervorgerufen wird. Durch die verschiedene Stellung und die beliebig zu gebende Länge der Stütze h

Fig. 98.



kann man dem Bohrer jede nothwendige Richtung geben. Der Arbeiter dirigirt die Maschine, indem er mit einer Hand in den Bügel i fasst oder sich mit dem Körper leicht auf denselben legt und mit der anderen Hand die Kurbel g bewegt. Die Maschine wird mit Kolbendurchmesser von 52, 65 und 78 Millimeter gefertigt und wiegt 11, 18, 25 Kilogramme, dazu der Support 20 bis 28 Kilogramme, woraus hervorgeht, dass ein Mann die ganze Maschine leicht regieren kann. Es wird empfohlen, für die Belegschaft jeder Schicht vor ein und demselben Orte eine besondere Maschine einzuwechseln, weil sie dann besser von den Arbeitern gehalten und geschont wird. Die Maschine bohrt ein Loch von 39 Millimeter Weite im Kohlensandstein in einer Minute 20 Millimeter tief, ein 20 Millimeter weites Loch 26 bis 39 Millimeter tief. Aus Westfalen und vom Bleiberg bei Mechernich wird in neuerer Zeit berichtet, dass man die Osterkamp'sche Maschine wieder beseitigt hat; dieselbe soll im Anfang eine zu beschleunigte, am Ende des Bohrers eine zu langsame Umdrehung des Bohrers bewirken, so dass der Arbeiter sie nicht ohne die grösste Aufmerksamkeit handhaben könne [196]). Es wird hier den Maschinen von Sachs und Döring die grössere Brauchbarkeit zugeschrieben. Auch bei den auf oberschlesischen Bergwerken angestellten Versuchen hat man ganz gleiche Beobachtungen gemacht und ist noch nicht dazu gelangt, regel-

[196]) Ebenda. Jahrg. 1871. No. 14.

mässig mit der Maschine zu arbeiten, wogegen hier aber auch die Sachs'sche Maschine sich gleichfalls noch keinen festen Eingang verschafft hat. Die Maschinenfabrik von Sievers und Comp. zu Kalk bei Deutz (Actiengesellschaft Humboldt), welche sich vielfach mit der Darstellung dieser Maschinen beschäftigt, gibt ebenso der Maschine von Sachs den Vorzug vor der von Osterkamp, namentlich auch ihres geringeren Luftverbrauchs wegen.

10. Beim Betriebe des Hoosac Tunnel in Massachusetts ist eine Maschine von Burleigh (Burgleygh) benutzt worden, welche in neuerer Zeit in England eingeführt ist[197]). Dieselbe arbeitet in der Art des Dampfhammers und ist eine Modification der Schwarzkopff'schen Maschine (S. 240), indem auch hier der Kolben der Maschine als Hammer auf den Bohrer wirkt, dessen Drehung jedes Mal beim Rückgange des Kolbens durch die Maschine hervorgerufen wird, während der Vorschub des Bohrers mit der Hand durch eine Kurbel erfolgt. Die Maschine kann durch Dampf eben so, wie durch comprimirte Luft betrieben werden. Sie steht auf einem Dreibein, welches mit langen Stellschrauben an jedem Fuss versehen ist, so dass dem Bohrapparat, indem man den drei Schrauben verschiedene Längen giebt, jede beliebige Richtung gegeben werden kann. Die Maschine wird in 5 verschiedenen Grössen gebaut und wiegt zwischen 75 und 500 Kilogramm, sie bohrt Löcher von 20 bis 144 Millimeter Durchmesser und 0,785 bis 2,197 Meter Tiefe. Der Vortheil der Maschine soll darin bestehen, dass der Schlag allein von dem Bohrer aufgenommen und von den feineren Theilen der Maschine fern gehalten wird. Die Leistungen sollen sich bei den in England vorgenommenen Versuchen als sehr zufriedenstellend gezeigt und die Handbohrarbeit drei bis vier Mal im Effect übertroffen haben. Eine verständliche Zeichnung, an welcher eine nähere Beschreibung versucht werden könnte, liegt nicht vor.

11. Eine grosse Reihe anderer Bohrmaschinen ist im Laufe der Zeit construirt worden, welche einzeln hier aufzuführen und zu beschreiben der Raum nicht ausreicht; es sind nur diejenigen näher erörtert, deren wirklich erfolgter Gebrauch bekannt geworden ist. Flüchtig zu erwähnen möchten sein: die Maschine von Leschot[198]), deren Bohrer sich bekanntlich durch Diamantschneiden auszeichnet, welche ringförmig gestellt sind und ein Kernbohren gestatten; die Maschine von Fowle[199]), welche der von Burleigh gleicht, aber nicht auf einem Dreifuss, sondern auf einem

[197]) The Mechanics' Magazine. Vol. 92. S. 389. — Berg- und Hüttenm. Ztg. von Kerl und Wimmer. Leipzig 1870. S. 294.

[198]) Berg- und Hüttenm. Ztg. von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1870. S. 293. — Glückauf. Essen 1871. No. 38. Jahrg. 1872. No. 12. — Berggeist. Köln 1871. S. 189. 418. — Dingler polyt. Journal Bd. 201. S. 10. 77. — Zeitschr. des Vereins deutsch. Ingen. Bd. 15. S. 782. — The Mining Journal. London 1872. p. 59. 75.

[199]) The Mechanics' Magazine. Vol. 89. p. 112.

Wagen mit Gestell befestigt ist; die Maschine von Ford[200]), welche in Australien Anwendung gefunden haben soll und gleichfalls in der Art eines Dampfhammers wirkt, aber mittelst comprimirter Luft betrieben wird; die Maschine von Doering und Twigg[201]), welche mit comprimirter Luft betrieben wird, zwar keinen besonderen Steuermechanismus besitzt, aber in dem Bewegungsapparat sehr complicirt ist, obwohl der ganze Apparat so geringe Dimensionen hat, dass er völlig in das Bohrloch eingeschoben werden kann, also jedes Gestells oder einer anderweitigen Führung entbehrt. Die Maschine von von Schmidt[202]), welche für einen Tunnelbetrieb in Californien projectirt ist, beruht auf dem Princip von Donking und hat als Schneiden für das Gestein Diamantringe. Die patentirte Maschine von Rosenkranz und die von Sotzmann[203]) projectirte sind durch nähere Beschreibungen oder durch ihre Anwendung bis jetzt nicht bekannt geworden.

Sehr wichtig für den Effect der Bohrarbeit mittelst Maschinen ist die Beschaffenheit des Gestells, damit die Maschine möglichst starr und genau in derselben Lage und Richtung festgehalten wird, in welcher sie anfänglich angesetzt worden ist, da der Bohrer beim geringsten Ausweichen der Maschine eine starke seitliche Reibung erleidet, welche den Arbeitseffect bedeutend vermindert oder sogar die Aufgabe des Bohrlochs veranlassen kann, bevor dasselbe die nöthige Tiefe erreicht hat. Auch beim Einwechseln eines neuen Bohrers kommt es darauf an, dass die Maschine möglichst unverrückt in ihrer früheren axialen Lage erhalten bleibt. Alles dies ist nur mit einem rationellen und soliden Befestigungsgestell zu erreichen. Es wird zwar andrerseits behauptet und erscheint im ersten Moment ziemlich einleuchtend, dass es zweckmässig sei, die Bohrmaschine möglichst leicht zu construiren, damit der Arbeiter aus freier Hand damit bohren könne oder wenigstens nur eine einfache leichte Stütze unter der Maschine genüge, um sie beliebig anzusetzen. Die Erfahrung hat aber gezeigt, dass bei den in solcher Weise benutzten Maschinen von Osterkamp und Sachs die längere Arbeit aus freier Hand viel zu ermüdend und unbequem für den Bergmann ist und deshalb die Maschinen weit hinter ihrer Leistungsfähigkeit zurückbleiben. Deshalb bohrt man grösstentheils mit Zuhilfenahme eines festen Bohrgestells, wobei es allerdings weniger darauf ankommt, ob die Bohrmaschine etwas schwerer oder leichter ist; die schwereren Maschinen haben jedenfalls den Vorzug grösserer Solidität und besseren Widerstandes gegen den Rückstoss. Die Fabrik von Sievers und Comp. zu Kalk bei Deutz (Actiengesellschaft Humboldt)

[200]) American Journal of Mining. New-York, 1868. Vol. 6. S. 39.

[201]) Polytechnisches Centralblatt. Leipzig 1869. S. 365. 1062. — The Mechanics' Magazine. Vol. 90. S. 386. — The Mining Journal. London 1868. S. 906.

[202]) The Engineering and Mining Journal. New-York 1871. p. 329.

[203]) Österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1871. S. 137.

hat sich die Aufgabe gestellt, zweckmässige Gestelle für Bohrmaschinen herzustellen und empfiehlt für Bohrarbeiten im Schachte ein einfaches Stativ Fig. 99, welches durch ein angehängtes Gewicht stabil gemacht ist, für Stolln-, Strecken- und Querschlagsbetrieb das Universal-Bohrgestell

Fig. 99.

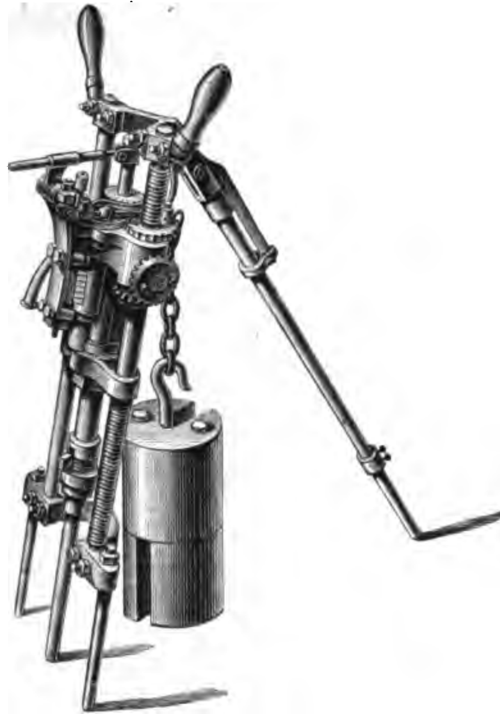


Fig. 100, welches sich durch Stabilität und den geringen Raum, den es einnimmt, ebenso auszeichnet, wie es die Möglichkeit darbietet, die Bohrmaschine leicht und sicher in jede beliebige Lage zu versetzen. Der Arbeiter ist mittelst dieses Gestells im Stande, das Bohrloch selbst an solchen Stellen anzusetzen, wo von Hand nur mit grosser Unbequemlichkeit gebohrt werden könnte. Geübte Arbeiter sollen zum Fixiren der Bohrmaschine mittelst dieses Universalgestells durchschnittlich nicht mehr als 5 bis 6 Minuten bedürfen. Dieselbe Fabrik fertigt auch ein sogenanntes Lafettengestell an, erklärt dasselbe aber nicht so stabil, wie das Universalgestell.

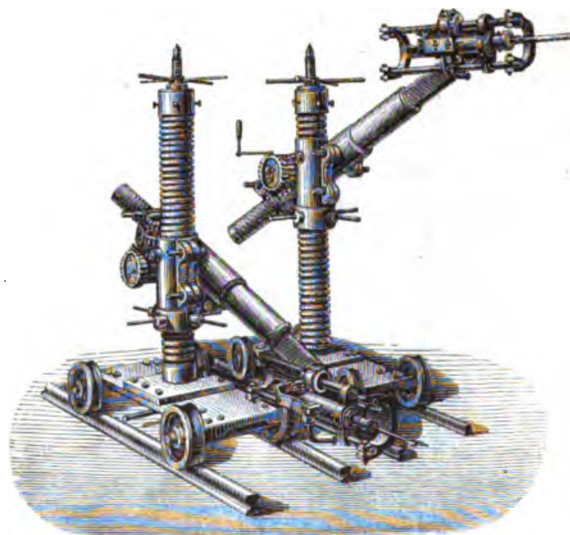
### b. Drehendes Bohren.

1. Die von Lisbet[204]) erfundene, zum Abdrehen von kleinen 26 bis 39 Millimeter weiten Bohrlöchern bestimmte Bohrmaschine hat in Frank-

[204]) Bluhme: Die Handbohrmaschine von Lisbet in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 13. B. S. 269.

reich und Belgien eine grosse Verbreitung gefunden. Es ist ein Rahmen von Schmiedeeisen, der oben und unten mit Stahlspitzen versehen ist und durch einfache Einrichtungen mit Schrauben und Bolzen auf etwa ($1\frac{1}{2}$

Fig. 100.



Lachter) 3,139 Meter ausgezogen werden kann, um ihn gegen Sohle und Firste oder zwischen den Seitenstössen der Strecken fest einzuschrauben, wobei mit grosser Sorgfalt verfahren werden muss, weil die richtige und feste Aufstellung der Maschine zum Erfolge wesentlich beiträgt. Ein in diesem Rahmen verstellbares Lager trägt eine Büchse mit flachem Schraubengewinde, die sich um zwei Zapfen drehen kann; in dieser Büchse liegt eine lange Schraube zum Vor- und Rückwärtsschrauben, welche hohl ist und eine Röhre zur Aufnahme der eigentlichen Bohrstange mit Schneckenbohrer bildet. Wenn dieser Bohrer bis an den Stoss geschraubt und in die Richtung des Bohrlochs gestellt ist, so kann man die innere Bohrstange drehen, ohne dass sie sich vorwärts bewegt, sobald man aber die äussere Stange dreht, so bewegt sich je nach dem Umdrehungswinkel und der Höhe des Schraubenganges der Bohrer vorwärts. Zur Drehung der inneren Bohrstange dient ein Sperrhebel mit Rutschbohreinrichtung, welche zweckmässiger als Kurbelbewegung ist; man kann durch Verschiebung dieses Hebels auch die äussere Schraube fortbewegen, doch hat sich die Praxis dahin ausgebildet, dass immer zwei Arbeiter gemeinschaftlich arbeiten, von denen der eine mit dem Sperrhebel den Bohrer dreht, der andere periodisch die Schraube umsetzt. Beim Bohren in Kohle oder in weichem Gestein kann der Bohrer mit der Schraube gleichmässig fortbewegt werden, so dass man die hohle Schraube gar nicht gebraucht, wodurch der Apparat vereinfacht wird. Der Bohrer selbst besteht aus Gussstahl und hat in der

Schneide eine Breite von 25 bis 30 Millimeter; selbst in sehr harten Conglomeraten scheint sich diese Form sehr gut zu bewähren, indem der Bohrer viel weniger ausbricht, als man erwarten sollte, weil kein Stossen und Springen des Gezähes stattfindet, sondern ein gleichmässiges Abschaben des Gesteins. Man hat für jede Maschine Bohrer in verschiedenen Längen zum Auswechseln und Erlängen nothwendig.

Der Erfinder verfertigt die Maschine in vier verschiedenen Grössen, von denen die grösste 240 Pfund wiegt. Nach den Angaben des Erfinders soll die eigentliche Arbeit um 20 bis 60 pCt. schneller gehen, als beim gewöhnlichen Bohren, ausserdem aber auch eine bedeutende Geldersparniss durch Reduction des Gedinges erzielt werden; dennoch sollen die ersten Versuche, welche mit solchen Maschinen auf den Steinkohlengruben bei Saarbrücken angestellt wurden, nicht günstig ausgefallen sein[205]), während auf den belgischen Gruben die Arbeiter die Stellung solcher Maschinen schon zur Bedingung machen, demnach die mit jeder Neuerung verbundenen Vorurtheile bereits überwunden haben. Ganz zufriedenstellende Resultate hat man auf dem Steinsalzbergwerk bei Erfurt erreicht, nachdem man einige Abänderungen vorgenommen hat. Zunächst verkürzte man den Apparat so weit, dass er noch vor 0,785 Meter hohen Gewinnungsörtern aufgestellt werden konnte, wodurch er leichter und für den Transport bequemer gemacht ist. Die Spitzen, welche zur Feststellung des Apparats in Firste und Sohle angebracht sind, haben sich nicht bewährt, weil die ganze Maschine dadurch das Bestreben erhielt, sich während der Arbeit um ihre Längsachse zu drehen; man hat deshalb statt der oberen Spitze eine zweiarmige Klaue angebracht, wodurch das Drehungsbestreben beseitigt wurde. Bei der früheren Einrichtung hatte ein Arbeiter mittelst der Kurbel den Bohrer zu drehen, ein anderer durch Drehung der hohlen Schraubenspindel den Vorschub des Bohrers zu bewirken; bei Anwendung einer Schraubenspindel mit Windungen von solcher Höhe, dass Bohrer und Schraube gleichzeitig vorwärts bewegt werden können, wurde der zweite Arbeiter entbehrlich. Die anfänglich angewendeten Bohrer hatten in einem pfropfenzieherartig gewundenen Schaft eine nach zwei Seiten zugeschärfte Schneide, so dass beim Drehen im Steinsalz der Bohrer nur schabend wirkt und nicht schnell genug vordringt; man hat an Stelle der Schneide zwei scharfe Spitzen gesetzt, welche im Steinsalz vorbohren und bei jeder Umdrehung eine kleine Kugel ausdrehen, wodurch ein schnelleres Vorrücken bewirkt und der Effect vergrössert wird. Nach diesen Veränderungen bohrt ein Mann mit der Maschine in der Zeit einer halben Stunde (einschl. aller Nebenarbeiten) ein Loch von 1,046 Meter Tiefe, wozu beim Handbohren zwei Stunden erforderlich sind.

---

[205]) Berggeist 1866 S. 39. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1866. S. 303. — Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 16. B. S. 310.

Auch in Wiliczka haben diese Maschinen vortheilhafte Verwendung gefunden.[206]) — Auf der Königsgrube, sowie auf anderen Gruben in Oberschlesien hat man gleichfalls Versuche mit der Maschine angestellt, die aber nicht zur regelmässigen Einführung derselben geführt haben, weil bei der Mächtigkeit der Flötze die Auf- und Feststellung der Maschine erschwert ist.

2. Auf ganz gleichen Grundlagen beruht die Handbohrmaschine von Richards,[207]) welche in England patentirt ist. Auch hier ist die Bohrstange mit einer Schraube verbunden, welche in einer Röhre sitzt; in der Röhre befindet sich eine Schraubenmutter, durch welche die Schraubenspindel hindurchgeht; an der Röhre sind Handgriffe angebracht, während mit der Bohrstange eine Sperrklinke verbunden ist. Die Wirkung ist hier umgekehrt, wie beim Apparat von Lisbet, denn wenn die Handgriffe an der Röhre umgedreht werden, so dreht sich der Bohrer ohne sich fortzubewegen, wird dagegen die Sperrklinke an der Bohrstange gedreht, so bewegt sich die Spindel der Bohrstange in ihrer Mutter vorwärts.

3. Mit der Maschine von Richards identisch ist die von Abegg[208]) vorgeschlagene Handbohrmaschine.

4. Auf der Ausstellung zu Paris war eine drehende Bohrmaschine mit directer Wasserpressung von de la Roche Tolay[209]) aufgestellt. Der eigentliche Bohrapparat besteht in einer äusserlich sechskantigen Röhre von Gussstahl $1^1/_2$ Meter lang und mit einem 16 Millimeter weiten Loche versehen, welche an einem Ende das Bohrgezähe, am andern einen Messingkolben von 110 Millimeter Durchmesser trägt. Die drehend angewandten Bohrer können von sehr verschiedener Gestalt sein, bei der ausgestellten Maschine war es ein Diamantbohrer von Leschot,[210]) welcher mittelst Bajonettschloss mit der Bohrstange verbunden wird; es ist ein eisernes Rohr, auf dessen vordere Kanten 8 schwarze Diamanten in der Weise gefasst sind, dass vier 90 Grad von einander abstehende nach Innen und vier ebenso weit von einander und 45 Grad von jenen entfernt nach Aussen und alle acht nach Vorn vortreten, so dass bei Drehung der Röhre ein ringförmiger Raum ausgeschnitten wird, innerhalb dessen die Röhre nach Aussen und Innen Spielraum hat, während im Innern derselben ein cylinderischer Kern stehen bleibt. Die Abnutzung der Diamanten soll sehr

---

[206]) Oesterr. Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenwesen. Wien 1869. S. 306. — Berg- u. hüttenm. Zeitg. von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1869. S. 452. — Polyt. Centralblatt. Leipzig 1869. S. 1640.

[207]) The Mechanics' Magazine 1867. S. 9.

[208]) Berggeist 1867. S. 87. — Dingler polyt. Journal Bd. 183. S. 364.

[209]) Blicke in den bergmännischen Theil der Pariser Industrieausstellung in „Glückauf", berg- u. hüttenm. Ztg. Essen 1867. No. 36. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. 1867. S. 401. 418. — Dingler polyt. Journal Bd. 201. S. 11. — Berggeist. Köln 1871. S. 189. — Zeitschr. des Vereins deutscher Ingen. Bd. 15. S. 782.

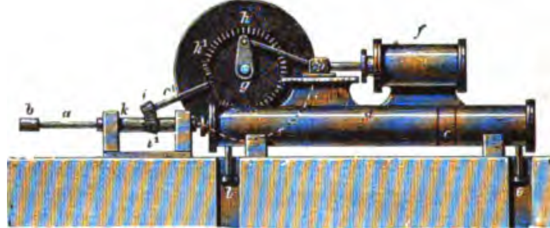
[210]) Dingler polyt. Journal Bd. 173. S. 248.

gering sein und die daraus erwachsenden Kosten sind unbedeutend, da die nicht mehr brauchbaren Diamanten nach dem Gewicht an Schleifereien verkauft werden. Der Druck auf den Kolben wird durch eine Wassersäule oder eine Druckpumpe mit Accumulator und Windkessel erzeugt; derselbe kann von 0 bis 12 Atmosphären variiren, wodurch der Kolben 2248 Pfund Druck erleidet, doch genügt für die festesten Gesteine 1400 Pfund Druck. Das Kraftwasser wird durch ein kleines Kautschukrohr zugeführt, an dessen Ende sich ein Hahn befindet, welcher die Umsteuerung nach Belieben gestattet. Um nach dem Abbohren eines Loches den Röhrenbohrer zurückzuziehen, unterbricht man die Zuführung des Wassers in dem Treibecylinder und lässt denselben sich entleeren. Die Bohrstange bewegt sich im Innern eines Messinggehäuses, welches, auf eine Länge von 1,142 Meter abgedreht, die Bewegung des Treibekolbens auf diese Länge gestattet. Auf diese Weise kann man Bohrlöcher von 0,892 bis 1,000 Meter Tiefe und von 35 bis 60 Millimeter Durchmesser herstellen. Die den Bohrer tragende Röhre läuft durch eine eiserne, zwischen zwei vor dem Gehäuse angebrachten Wulsten bewegliche Tülle, welche mit einem kleinen konischen Getriebe versehen ist, dessen Bewegung mittelst eines messingenen auf die Welle der Umtriebsmaschine aufgekeilten Rades von letzterer her erfolgt. Dieselbe besteht aus einem auf dem Gehäuse des Bohrapparats festgeschraubten Messingcylinder, in welchen die Kraftwasser durch ein Knierohr, an das sich ein Kautschukrohr anschliesst, eintreten. In diesem Cylinder bewegt sich der sog. Regulator, ein genau ausgebohrtes Messingrohr, an seinen beiden Enden mit Schlitzen versehen, welcher seine Hin- und Herbewegungen durch ein mit der Triebwelle aus einem Stück bestehenden Excentrik erhält. Der Regulator wird genau in der Achse der Cylinderbohrung geführt durch 2 Büchsen, welche mit Messingsegmenten ausgefüttert sind, die, durch Stahlfedern zusammengepresst, das Herauslaufen des Wassers um den Regulator verhindern. Im Innern des Regulators bewegt sich der Kolben von 55 Millimeter Durchmesser, mit Lederscheiben versehen, auf deren beiden Seiten das Wasser abwechselnd drückt; der Kolbenhub beträgt 118 Millimeter; eine Bläuelstange wirkt auf die gekröpfte Welle, welche durch das konische Rad die Umdrehung des Bohrers und durch das Excentrik die Umsteuerung bewirkt. Zwei auf den Enden der Welle sitzende Schwungräder regeln die Bewegung. Eine Zeichnung (Fig. 101) verdeutlicht die Construction.[211]) Die Bohrstange a trägt den 52 Millimeter langen, 26 bis 33 Millimeter im Durchmesser haltenden Bohrkörper b, welcher mit Diamanten besetzt ist, und ist mit dem Kolben c verbunden, welcher in dem etwa 8 Centimeter weiten Rohre d spielt. In das Rohr tritt bei e Wasser ein, durch dessen Druck der Kolben und durch seine Vermittelung der Bohrer auf das Gestein aufgedrückt wird. Durch eine mit dem Rohr d verbundene Wassersäulen-

[211]) Berg- u. hüttenm. Zeitg. von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1868. S. 289.

maschine f wird der Bohrstange a eine rotirende Bewegung mitgetheilt, indem die Bewegung des Treibekolbens durch die Schwungradwelle g mittelst der Winkelräder h h′ und i i′ auf die Hülse k übertragen wird, welche

Fig. 101.



durch einen in einer Nut sich verschiebenden Keil die Bohrspindel mitnimmt. Das Reinigen des Bohrlochs geschieht dadurch, dass durch die der Länge nach durchbohrte Bohrstange a beständig ein Wasserstrahl vor Ort tritt. Das Zurückziehen des Bohrers bewirkt man dadurch, dass man den Eintritt des Wassers bei e absperrt und auf der entgegengesetzten Seite des Kolbens bei l Wasser zutreten lässt. Der Wagen kann 8 solche Maschinen tragen, welche gleichzeitig arbeiten können. Das Gerüst steht auf 4 Rädern, die auf Schienen laufen; vorn sind 4 starke Schrauben angebracht, deren 2 eine Traverse tragen, welche durch Schraubenmuttern jede für sich gleichmässig gehoben und gesenkt werden können. Jede Traverse trägt einen beweglichen Rahmen, welcher von 0 bis 40 Grad drehbar ist und deren jeder 4 Maschinen aufnehmen kann; dieselben können durch Schraubenklemmen in jeder beliebigen Richtung in der Ebene des Rahmens befestigt werden. Für jede Maschine ist ein Hahn zur Zuführung des Wassers auf einem Arm des Rahmens angebracht; ausserdem ist am Hintertheile des Wagens auf einem Querrohr ein Windkessel vorhanden, um die Stösse der Wassersäule unschädlich zu machen. Der Wagen kann während der Arbeit durch 4 Schrauben festgestellt werden. Für 100 Umdrehungen des Bohrers sind nahe $2^1/_2$ Kubikfuss Wasser von 8 Atmosphären Druck erforderlich. Die Resultate sollen sehr günstig sein, da ein Ort, welches bei gewöhnlicher Arbeit im Monat 10 Meter vorrückt, auf 40 Meter in derselben Zeit erlängt werden soll, und an Kosten bei künstlich erzeugtem Wasserdruck 15, bei natürlichem 40 Procent erspart werden sollen.

5. Die Maschine von Perret[212]) gleicht in jeder Beziehung der vorher beschriebenen, während der „Villepigue Perforator“ von Macdermott und Williams[213]) dem Apparat von Lisbet nachgeahmt zu sein scheint.

[212]) Berg- u. hüttenm. Zeitg. von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1869. S. 122. — Allgem. Bauzeitung von Förster. Wien 1868. S. 49.

[213]) The Engeneering and Mining Journal. New York. Vol. 10. p. 228. — Berg- u. hüttenm. Zeitung v. Kerl u. Wimmer. Leipzig 1871. S. 124.

## II. Maschinen zum Schrämen und Schlitzen.[214])

Die Schrämmaschinen sind von grosser Bedeutung für die Entwickelung des Bergbaues, so dass es nicht Wunder nehmen darf, wenn die Bestrebungen der Ingenieure seit dem Jahre 1862, wo die erste derartige Maschine in dem Balaclavaschachte der Kohlengrube West-Ardsley bei Leeds in Betrieb gesetzt worden ist, die verschiedensten Constructionen zu diesem Zweck erdacht haben, von denen indess viele gar nicht oder kaum brauchbar sind, wenige aber schon die Vollkommenheit besitzen, dass man über das Versuchsstadium hinweggekommen wäre. Die Maschinen haben zunächst den nicht hoch genug anzuschlagenden Nutzen, dass sie den Arbeiter der mühseligen Schramführung entheben und dessen Kräfte bei anderer Thätigkeit im Grubenbetrieb nutzbringend verwenden lassen; bei dem Umstande, dass die Ansprüche an die Förderleistung der Bergwerke von Jahr zu Jahr sich steigern und hiermit die Vermehrung der Arbeiterzahl und die Einübung der neu angeworbenen Arbeiter fast nirgends gleichen Schritt hält, muss es als Gewinn erachtet werden, die am meisten aufhaltende und lästigste Arbeit, das Schrämen, namentlich bei der Gewinnung der Steinkohlen, durch Maschinen verrichtet zu sehen. Eine directe Ersparung an Arbeitslohn ist bis jetzt nicht erzielt worden, und es muss der Zukunft überlassen werden, ob dieses Ziel überhaupt zu erreichen sein wird; dennoch sind mit Benutzung der Schrämmaschinen bereits ganz erhebliche ökonomische Vortheile bemerkbar geworden. Diese bestehen beim Steinkohlenbergbau darin, dass der Stückkohlenfall bedeutend vermehrt wird; eine Maschine ist im Stande, einen ($1\frac{1}{2}$ bis $3\frac{1}{2}$ Zoll) 39 bis 92 Millimeter hohen Schram (3 bis 4 Fuss) 0,942 bis 1,255 Meter tief zu führen, während der Hauer zur Tiefe des Schrams von (3 Fuss) 0,942 Meter denselben vorn bis (12 und 15 Zoll) 314 und 392 Millimeter erweitern muss, hierdurch wird nicht nur die Gewinnung von Grieskohlen absolut vermindert, sondern die unterschrämte Bank behält auch grösseres Gewicht und kann durch ihre eigene Schwere oder durch leichtes Hereintreiben niederfallen, während bis jetzt zu ihrer Lösung Schiessarbeit nöthig ist, die aber die Zerkleinerung der Kohle herbeiführt. Selbst harte Steinkohlenflötze, welche der Schrämarbeit durch den Hauer die grössten Schwierigkeiten entgegensetzen, können jetzt durch die Maschinen mit Leichtigkeit und ohne Schiessarbeit gewonnen werden. Hierzu kommt, dass die besseren Maschinen besser in einem dichten und festen Schiefer, als in der spröden Kohle arbeiten, so dass man in die Lage versetzt wird, selbst schmale und unreine Flötze zu gewinnen, welche früher von der Bauwürdigkeit ausgeschlossen waren. Ein anderer nicht hoch genug anzuschlagender Vortheil würde in den Schrämmaschinen, wenn ihr Gebrauch allgemein durchgeführt werden könnte, dadurch zu finden sein, dass die

---

[214]) Bluhme: Notizen über einige engl. Schrämmaschinen in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 14. B. S. 255.

zahlreichste Kategorie der Unglücksfälle beim Bergbau, der Stein- und Kohlenfall, eine wesentliche Verringerung erfahren würde, weil eine grosse Zahl dieser Unglücksfälle sich während des Schrämens ereignet.

Wie grosse Wichtigkeit diesen Momenten auf die ökonomischen Resultate des Bergwerksbetriebes ebenso, wie auf den Schutz der Arbeiter beigelegt wird, beweist, dass man namentlich in England,[215]) aber auch Seitens der Mansfeldischen Gewerkschaft[216]) nicht unbedeutende Prämien ausgesetzt hat für Angabe und Ausführung einer brauchbaren Schrämmaschine. Dennoch ist es bis jetzt noch nicht gelungen, das Ziel in irgend einigermassen befriedigender Weise zu erreichen.

Die Constructionen der Maschinen lassen sich auf zwei Principien zurückführen, man hat Schrämmaschinen mit hauender Bewegung des Schramzeuges, betrieben durch comprimirte Luft, und solche mit schneidender Bewegung des Arbeitszeuges, betrieben durch comprimirte Luft oder Wasserdruck.

### *a.* Schrämmaschinen mit hauendem Arbeitszeuge.

1. Die Maschine von Firth und Donisthorpe[217]) wurde auf dem Balaclavaschacht der West-Ardsley-Kohlengrube bei Leeds zuerst im Jahre 1862 in Thätigkeit gesetzt und hatte anfänglich sehr befriedigende Leistungen. Die Luft für die Betriebsmaschine wird über Tage durch eine Dampfmaschine comprimirt, auf 55 Pfund Spannung gebracht und durch gusseiserne Röhren, an denen sich vor den Arbeitspunkten Kautschukröhren anschliessen, zur Betriebsmaschine geleitet. Der Arbeitscylinder steht auf einem aus Winkeleisen gefertigten Wagen, welcher in einem zwischen Arbeitsstoss und der letzten Stempelreihe befindlichen, (3 Fuss) 942 Millimeter breiten Raum auf einem für jeden Schramstoss besonders zu verlegenden Schienengeleise fortbewegt werden kann, was durch den dirigirenden Arbeiter mittelst eines konischen Rades und einer Schraube ohne Ende geschieht. Der Wagen ist (4 Fuss) 1,255 Meter lang, ($2^1/_2$ Fuss) 785 Millimeter breit, ($3^1/_2$ Fuss) 1,099 Meter hoch, auf ihm liegt ein horizontaler Cylinder von (5 Zoll) 131 Millimeter Durchmesser und (12 Zoll) 314 Millimeter Hub, dessen Kolbenstange eine vertikale Welle mittelst Kurbelverbindung bewegt. An der Welle sitzt in einer Hülse, welche in jeder beliebigen Höhe befestigt werden kann, die Keilhaue; dieselbe besteht ganz aus Eisen, wie die belgische Rivelaine, nur ist sie bedeutend schwerer, entweder eine einfache oder Doppelhaue mit einer Schneiden-

[215]) The Mining Journal. London 1872. p. 266. 273. 314. 338.

[216]) Erdmenger: der Mansfeldische Kupferschieferbergbau in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 19. B. S. 297.

[217]) Bluhme a. a. O. S. 258. — William Firth: Ueber die Gewinnung der Steinkohle mittelst Maschinen, berg- u. hüttenm. Zeitg. von Bornemann u. Kerl. Freiberg 1863. S. 397. — Dingler polyt. Journal Bd. 171. S. 401. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1864. S. 148.

breite von ($1^1/_2$ bis 2 Zoll) 39 bis 52 Millimeter, die bei hartem Schram geringer genommen werden muss. Durch jede Vorwärtsbewegung des Kolbens macht die Welle eine Drehung von etwa 60 Grad und die Schramhaue einen entsprechenden Schlag in den Schram; beim Rückgange des Kolbens wird die Haue zurückgezogen. Dabei wird der Wagen langsam am Stosse vorübergefahren, indem der hinten auf einer Pritsche sitzende Arbeiter die Schraube dirigirt und zugleich den Steuerhebel mit der andern Hand führt. Bei gutem Gange machte die Maschine 70 Schläge in der Minute und konnte (1 bis $1^1/_2$ Zoll) 26 bis 39 Millimeter bei jedem Schlage vorrücken; jedoch ist es nicht möglich, den ganzen (3 Fuss) 942 Millimeter tiefen Schram auf einmal herauszuhauen, vielmehr musste die Arbeit dreimal wiederholt werden, wobei die Maschine in einer Schicht von acht Stunden (45 bis 50 Lachter) 94 bis 105 Meter in dem fast söhlig liegenden Flötze unterschrämte. Ausser dem dirigirenden Arbeiter waren noch ein bis zwei Gehilfen erforderlich, welche die Schramberge herauszukratzen, die Zuführungsrohre zu erlängen, die Hauen auszuwechseln hatten; diese Leistung von 3 Arbeitern entspricht der von 13 bis 15 Schramhauern. Es wurden auf solche Weise 1300 bis 1400 Centner Kohlen zur Hereingewinnung bereit gestellt, was während der Nacht geschah; am Tage wurden die Kohlen hereingenommen und verladen, der Versatz und die Schienenbahn von Neuem hergestellt. Die Gewinnung von 100 Centner Kohle kostete bei der Maschinenarbeit 1 Thlr. 6 Sgr. 3 Pf., während das Gedinge bei der Handarbeit auf 1 Thlr. 24 Sgr. 6 Pf. stand, man hatte also einen Gewinn von 18 Sgr. 3 Pf., wozu noch ein fernerer durch grösseren Stückkohlenfall von 10 Sgr. 5 Pf. kam, so dass man im Ganzen 28 Sgr. 8 Pf. bei 100 Centner gewann; dagegen betrugen die Betriebs- und Unterhaltungskosten der Compressionsmaschine über Tage nebst Amortisation der Anlage auf 100 Centner 1 Thlr. — Sgr. 5 Pf., so dass ein Verlust von 1 Sgr. 9 Pf. erwachsen ist, der aber sofort in Gewinn sich umsetzt, wenn die Compressionsmaschine nicht nur eine, sondern, wozu sie ursprünglich bestimmt war, drei Schrämmaschinen zu gleicher Zeit in Bewegung setzt, wo sich ein Gewinn von 4,8 Pf. auf den Centner berechnet. Diese Vortheile hat man dennoch nicht aufrecht erhalten, weil die Unvollkommenheiten der Maschine und die Betriebsstörungen sich mit der Zeit als so bedeutend herausstellten, dass man den Apparat schliesslich ganz abwarf.

Die Mängel desselben waren folgende: Durch das Moment der Schramhaue, mit welchem sie gegen den harten Stoss schlägt, erhält der Wagen häufig einen so heftigen Rückschlag, dass er zurückprallt, aus den Schienen springt oder Steuerungstheile zerbrechen, also die regelmässige Arbeit häufig unterbrochen wird. Die mehrmalige Wiederholung des Schrams ist nachtheilig, weil sich häufig Nachfall von Kohle oder Schieferblättchen in dem Schrame löst und denselben verengt, vorzugsweise aber deshalb, weil bei manchem Flötze die halb unterschrämte Kohle schon nach kurzer Zeit zu drücken anfängt und für Arbeiter und Maschine durch zu frühes

Hereinbrechen Gefahr entsteht. Die Fortbewegung der Maschine mit der Hand kann nicht immer in richtige Uebereinstimmung mit der Arbeit der Haue gebracht werden; ebenso ist es mangelhaft, dass der Maschinist nicht nur zum Rückgange des Kolbens mit der Hand umsteuern, sondern auch die von der Maschine selbst verrichtete Umsteuerung beim Vorgange unterstützen muss. Die Bewegung des Arbeitszeuges ist fehlerhaft, weil durch den Schwung Verlust an Zeit, also an Arbeitsleistung entsteht.

Alle diese Mängel haben die verschiedenartigsten Veränderungen in der Construction der Maschine wachgerufen, welche aber nicht zur Vervollkommnung geführt haben; zu erwähnen bleibt nur:

2. die Schramhaumaschine von Grafton Jones,[218]) welche zwar in einigen Beziehungen Verbesserungen herbeigeführt hat, aber doch noch viele der erwähnten Mängel trägt. Als Eigenthümlichkeiten sind hervorzuheben, dass die Schramhaue mit ihrer Achse an einem grossen eisernen drehbaren Ring mit äusserem Zahnrade sitzt, durch dessen Drehung der Schramhaue jede beliebige Stellung, horizontal bis vertikal, gegeben werden kann; die Mittellinie der Kolbenstange, welche sich in ihrer Befestigung am Kolben ebenfalls drehen kann, liegt in der Achslinie dieses drehbaren Gestells, so dass die Angriffslinie der Kolbenstange auf die Kurbel stets dieselbe bleibt, und bei geneigtem oder ansteigendem Schram die Haue hiernach gestellt werden kann. In vertikaler Stellung der Haue soll der Apparat zum Schlitzen dienen, der Schlitz wird aber immer die Form eines Kreissegments erhalten, da die äussere Ecke nicht zu erreichen ist. Eine Verbesserung ist die Anwendung eines hohlen Mönchkolbens, welcher für den Rückgang dem Luftdrucke nur einen schmalen äusseren Ring bietet, der genügt, um das Gezähe ohne Stoss zurückzuziehen und hierdurch bedeutende Lufterspamiss herbeiführt, ausserdem aber durch Anbringung der Kolbenstange in dem hohlen Kolben selbst die ganze Maschine bedeutend compendiöser und solider macht. Bei den neuesten Maschinen ist variabler Hub und selbstthätige Umsteuerung derartig eingeführt, dass beim Beginn des noch nicht vertieften Schrames die Haue schnelle kurze Schläge macht und erst mit zunehmender Tiefe der Hub grösser und langsamer wird. Auch hat man neuerdings eine Vorrichtung zur selbstständigen Fortbewegung des Wagens durch Anbringung eines zweiten Cylinders, dessen Kolben auf die Kurbeln der Wagenräderachsen wirkt, hergestellt.[219]) Die Maschine wiegt 10 bis 14 Centner. Sie soll auf einem harten Flötz in 10 Stunden einen Stoss von (56 Lachter) 117 Meter Länge (3 Fuss 4 Zoll) 1,046 Meter tief unterschrämen. Trotz dieser guten Leistung ist die Maschine mit so vielen der vorerwähnten Uebelstände behaftet, dass sie eine grosse Verbreitung nicht gefunden hat.

---

[218]) Bluhme a. a. O. S. 263.

[219]) The Mechanics' Magazine 1867. S. 8.

*b.* Schrämmaschinen mit schneidendem Arbeitszeuge.

Seit 1865 sind in England auf derartige Maschinen viele Patente genommen, so von Johnston, von Farrar und Booth, von Donisthorpe, von Johnson und Dixon,[220]) Sturgeon[221]) und Anderen, die aber sämmtlich nicht über die Versuchsstadien hinausgekommen sind. Die Schwierigkeit liegt darin, dass die Anwendung von comprimirter Luft ungeeignet ist, weil bei directer Kraftwirkung nicht der erforderliche Druck erzielt werden kann, ohne die Maschine sehr gross und unbeholfen zu machen, und weil andererseits die grosse Elasticität der Luft nachtheilig für die Bewegung ist. Die Anwendung von hohem Wasserdruck hat hier entschieden den Vorzug.

1. Die von Carrett Marshall & Comp. in Leeds construirte Maschine[222]) hat auf einer Reihe von Gruben in England und Schottland Anwendung gefunden. Die Maschine ist eine Wassersäulenmaschine mit liegendem Cylinder, welcher von einem eisernen Wagen getragen wird; in demselben bewegt sich ein Kolben mit Lederliderung von ($4^3/_4$ Zoll) 124 Millimeter Durchmesser. Auf der innern Seite bietet dieser Kolben die ganze Fläche dem Drucke des Wassers dar, auf der anderen bildet dagegen die Kolbenstange eine Röhre, die äusserlich nur einen schmalen Ring des Kolbens für den Wasserdruck übrig lässt, so dass also für den Rückgang des Kolbens eine weit geringere Kraft verwendet wird. In die hohle Kolbenstange wird der runde Schaft des Gezähehalters eingesteckt und durch einen Stift festgehalten; derselbe ist ganz aus Federstahl gefertigt, in seinem vordern Ende glatt und mit 3 viereckigen Augen versehen, in welche die Stichel, als eigentliche Werkzeuge, eingesteckt werden, von denen zwei seitlich, der vorderste gerade an der Spitze sitzen, so dass sie gegen einander um (1 bis 2 Zoll) 26 bis 52 Millimeter vorspringen. Die Stichel haben die Form kleiner, halbrunder Schaufeln; im Querschnitte hat der zunächst der Maschine befindliche (3 Zoll) 78 Millimeter, der zweite ($2^3/_4$ Zoll) 72 Millimeter, der an der Spitze ($2^1/_2$ Zoll) 65 Millimeter Breite, ihr Abstand unter einander beträgt (14 Zoll) 366 Millimeter, der immer (3 bis 4 Zoll) 78 bis 105 Millimeter geringer sein muss, als der Kolbenhub. Wird der Apparat in Bewegung gesetzt, so nimmt jeder Stichel, wie bei einer Nutenstossmaschine, beim Vorwärtsgange einen Span des Gesteins fort, dessen Dicke von der Grösse des jedesmaligen Vorschubes abhängt und zwischen ($^1/_4$ bis $^3/_4$ Zoll) 7 bis 20 Millimeter schwankt. Nach erfolgtem Rückgange des Kolbens wird die ganze Maschine um diese

[220]) Jahrb. des schles. Vereins f. B.- u. H.-Wesen Bd. 2. S. 366.

[221]) The Mechanics' Magazine 1867. S. 262.

[222]) Bluhme a. a. O. S. 264. — Berggeist 1866. S. 314. — Dingler polyt. Journal Bd. 171. S. 11. Ebenda Bd. 182. S. 274. — Berg- u. hüttenm. Zeitg. von Kerl u. Wimmer 1866. S. 295. 1867. S. 190. — The Mechanics' Magazine 1866. S. 132.

Dicke fortgerückt und durch regelmässige Wiederholung der Arbeit der Schram unter der Kohlenbank ausgearbeitet, der in der Form von drei schmalen Stufen fortschreitet. Bei jedem Hube kann durch die drei Stichel die ganze Schramtiefe von (3 . 14 = 42 Zoll) 1,099 Meter gewonnen werden; bei 15 Hüben in der Minute und (1/2 Zoll) 13 Millimeter Vorschub wird also ein Schram von (7 1/2 Zoll) 196 Millimeter Länge und (42 Zoll) 1,099 Meter Tiefe in der Minute ausgearbeitet. Die Schramberge hindern beim Rückgange den Gezähhalter nicht, sie werden von einem Knaben mittelst Kratzeisen beseitigt.

Die innere Steuerung erfolgt durch ein System von 2 Gegenkolben mit dazwischen liegendem hölzernen Vertheilungsschieber und einem Vierweghahn mit den zugehörigen äusseren Steuerhebeln, welche von der Maschine selbst bewegt werden; der ganze Steuerkörper besteht aus Messing. Mit der Steuerung in Verbindung steht ein vertikaler Cylinder, dessen Kolben dazu bestimmt ist, fest gegen das Dach mit Beginn des Vorganges des Arbeitskolbens angedrückt zu werden und bis zum Rückgange angedrückt zu bleiben, um die Maschine und den Wagen mit seinen Rädern auf den Schienen zu fixiren, damit der ausgeübte Druck nicht den ganzen Apparat aus den Schienen hebt: beim Beginn des Rückganges sinkt auch dieser Bremskolben und der Vorschub des Apparats zu erneuerter Arbeit kann ungehindert erfolgen. Der Bremskolben hat wie der Treibkolben (4 3/4 Zoll) 124 Millimeter Durchmesser, empfängt von Unten den ganzen Wasserdruck, während oben nur ein schmaler Ring der Kolbenfläche für die Kraft zum Niedergange dargeboten ist.

Auch bewegt sich die Maschine selbst vorwärts, was durch eine Kette bewirkt wird, welche mit einem Ende an der Maschine befestigt ist, am oberen Ende der Schienenbahn über eine Rolle geht und zur Maschine zurückkehrt, wo sie sich in eine vertiefte Scheibe mit Dornspitzen einlegt und mit dem Ende frei herabhängt. In dieser Scheibe kann die Kette nicht rutschen, sondern wird durch Drehung der Scheibe angezogen, so dass der Wagen fortrücken muss. Zur Drehung dient eine zweite, unter der ersteren befindliche Scheibe, welche mit Sperrrad und Sperrklinke so eingerichtet ist, dass sie beim Rückwärtsgange des Treibkolbens die obere Scheibe mitnimmt, beim Vorwärtsgange leer läuft, so dass beim Ende des Kolbenrückganges die Dornscheibe die Kette um ein oder zwei Glieder anzieht je nach der Grösse des Vorschubes. Durch Stellung der Hebel mit der Hand kann die Fortbewegung des Wagens verhindert werden, wenn es nöthig ist, die Stichel an derselben Stelle noch einmal arbeiten zu lassen. Diese Fortbewegung bewährt sich nicht nur auf söhligen Bahnen, sondern auch auf ansteigenden vollkommen.

Wenn der Schram an der Sohle geführt werden soll, so liegt der Arbeitscylinder unter dem Wagengestell; soll in einer Mittelbank geschrämt werden, so liegt er über dem Wagengestelll; zum Schrämen am Dache sind diese Maschinen nicht geeignet. Doch ist in beiden Fällen eine Ver-

stellung in der Höhe möglich, indem man das Gestell durch Schrauben heben oder senken kann. Auch ist eine Drehung des ganzen Apparats möglich, indem sich das ganze Wagengestell um Achsen drehen lässt, so dass der Schram auch einfallend geführt werden kann. Ausserdem aber dreht sich der Arbeitscylinder, welcher während der Arbeit quer gegen den Wagen zu stehen hat, beim Transport durch die engen Strecken aber in der Längsrichtung des Wagens liegen muss, in horizontaler Richtung mit allen Arbeitstheilen in einem starken eisernen Kragen und kann durch einen Quadranten und eine Schraube ohne Ende in jeder Richtung festgestellt werden. Hiernach erledigt die Maschine alle wesentlichen Aufgaben und eignet sich sehr wohl zu fortgesetzter Anwendung, um schliesslich das Problem, eine vollkommen genügende Schrammaschine aufzufinden, bei andauernden Versuchen zu lösen.

Die versuchsweise Anwendung der Maschine beim Mansfeldischen Kupferschieferbergbau hat günstige Resultate nicht geliefert.[223]) Besonders störend wirkte, dass der Schrammeissel, welcher bei seinem Vorgange den 10 Millimeter starken Schramstreifen leicht wegnahm, bei seinem Rückgange in den losgelösten Schrambergen aufgehalten und festgeklemmt wurde, so dass die Maschine häufig in Unordnung und zum Stillstande kam.

Die Einwände gegen diese Maschinen richten sich gegen den starken Wasserverbrauch, der bei drei Schrammaschinen sich auf 15 Kubikfuss in der Minute beläuft und einem Tiefbau sehr lästig werden kann; doch wird man immer Einrichtungen treffen können, durch welche dieser Nachtheil besiegt wird.

Auf der Grube Kippax bei Leeds schrämt man in einem fast horizontalen ($5^2/_3$ Fuss) 1,779 Meter mächtigen Flötze in einem ($1^2/_3$ Fuss) 523 Millimeter über dem Liegenden befindlichen (2zölligen) 52 Millimeter starken Mittel. Die regelmässige Leistung ist in einer Stunde ($5^1/_2$ Lachter) 11,508 Meter Schram von (3 Fuss) 942 Millimeter Tiefe; indess wird täglich nicht mehr als ein Stoss von (25 Lachter) 52,309 Meter Länge in der Nachtschicht unterschrämt, weil häufige Unterbrechungen des Betriebs durch Festkeilen der Schienenbahn, Fortrücken der Endscheibe, Erlängen der Rohre u. s. w. entstehen; nach wiederholten Versuchen fallen auf 19 Minuten Arbeitszeit 9 Minuten Unterbrechung. Bei einer Probearbeit wurden in 24 Schichten (344 Lachter) 719,784 Meter unterschrämt und 26520 Centner Kohlen gewonnen, bei der Maschine waren 2 Mann und 1 Knabe beschäftigt. Die Kosten berechnen sich für 100 Centner Kohlen auf 2 Thlr. 13 Sgr. 1 Pf., während das Gedinge bei Handarbeit auf 3 Thlr. 1 Sgr. 8 Pf. steht, so dass sich ein Bruttogewinn von 18 Sgr. 7 Pf. herausstellt oder auf das Gesammtquantum von 26520 Ctr. 164 Thlr. 8 Sgr. 1 Pf., welche Summe noch durch reicheren Stückkohlenfall auf 494 Thlr. — Sgr. 9 Pf. erhöht wird, so dass auf 1 Centner Kohlen ein Gewinn von 6,7 Pf.

[223]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 16. B. S. 313.

oder in jeder der 24 Schichten ein Gewinn von 20 Thlr. 17 Sgr. 6 Pf. gemacht ist, welcher ausreicht, die Betriebskosten der Maschinenanlage zu decken.

Trotz der Uebelstände, welche mit dem Verbrauch des Wassers verbunden sind, empfiehlt es sich nicht, comprimirte Luft anzuwenden, weil zu einer Arbeitsleistung statt des kleinen ($4^3/_4$zölligen) 124 Millimeter starken Treibkolbens ein solcher von (12 Zoll) 314 Millimeter Durchmesser angewendet werden müsste, wodurch der Apparat für die engen Grubenräume zu gross werden würde. Auch würde die Elasticität der Luft fortwährend Stösse und Schläge in der Maschine hervorrufen. Wenn auch die comprimirte Luft als bewegende Kraft für Schrämmaschinen mit schneidendem Arbeitszeug nicht unbedingt auszuschliessen ist, so verwendet man sie zur Zeit in England nirgends, während in jeder andern Beziehung auf den Grubenbetrieb die Luft dem Wasser vorzuziehen ist.

2. Um den von der Mansfeldischen Gewerkschaft ausgeschriebenen Preis für eine brauchbare Schrämmaschine hat sich auch der Bergverwalter Turley zu Lipine in Oberschlesien beworben, ohne dass sein Project indess zur Ausführung gelangt wäre. Das Princip[224]) beruht darauf, dass mittelst eines gezahnten Rades, welches die Höhe des verlangten Schrames hat, in das Flötz nach Art einer Kreissäge eingeschnitten wird. Die Bewegung soll nach dem Project durch ein tangentiales Wasserrad bewirkt werden, welches mit dem Zahnrade auf gemeinschaftlicher Welle steht. Das Fortrücken der Maschine soll auf einem Schienenwege mit eisernen Schwellen erfolgen, welcher nach der ganzen Anordnung eine sehr sorgfältige Verlegung erfordert. Schon dieser Umstand spricht nicht für die regelmässige Verwendung der Maschine; sie lässt auch für den Mansfelder Abbau die Umänderung der dort aus anderen Gründen vortheilhaften diagonalen Richtung in die streichende wünschenswerth erscheinen.

3. Die Maschine von Walker[225]) hat als Träger der arbeitenden Theile gleichfalls ein horizontales Rad, an dessen Peripherie sich 20 Klauen befinden, welche bei der Umdrehung den Schram ausarbeiten. Die Bewegung wird auf dieses Rad, welches mit Kämmen versehen ist, durch eine Luftcompressionsmaschine mittelst eines Stirnrades übertragen. Eine grössere Anwendung hat auch diese Maschine nicht erfahren.

4. Auf demselben Princip beruht die Maschine von Gillott und Copley.[226]) Ein horizontales Rad ist an seiner äusseren Peripherie mit Schneiden versehen, welche bei Drehung des Rades in den Schram eingreifen und denselben ausarbeiten; die Bewegung wird dem Rade durch

[224]) Berg- u. hüttenm. Zeitg. von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1869. S. 393.

[225]) The Mechanics' Magazine Vol. 91. S. 154. (Die zugehörige Zeichnung S. 155.) — Polytechnisches Centralblatt. Leipzig 1869. S. 1643.

[226]) Polytechnisches Centralblatt. Leipzig 1869. S. 851. — The Practical Mechanics' Journal. 1869. S. 31. — Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 17. C. S. 25. — Berg- u. hüttenm. Zeitg. von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1871. S. 95. — Glückauf. Essen 1871. No. 28.

eine Luftcompressionsmaschine gegeben, doch ist der Mechanismus für die Kraftübertragung sehr viel complicirter, als bei der vorher erwähnten Maschine. Als Beispiele der Benutzung werden einige englische Gruben angeführt. Auf der Whitebank Kohlengrube bei Chesterfield wurde eine Maschine mit zwei Cylindern von 26 Millimeter Durchmesser und 314 Millimeter Hub benutzt, von welchen aus durch Pleielstangen das horizontale Rad bewegt wird; auf dem 942 Millimeter mächtigen Flötze führte man in 77 Minuten einen (70 Yards) 64 Meter langen, 942 Millimeter tiefen Schram.[227]) Auf der Wharncliffe Silkestone Kohlengrube bei Barnsley in Yorkshire[228]) führte man in einem 1,465 Meter mächtigen Flötze in 135 Minuten einen Schram von (58 Yards) 53 Meter Länge und 968 Millimeter Tiefe und unterschrämte so eine Kohlenwand von 800 Kilogramm Gewicht.

5. Rothery[229]) hat verschiedene Constructionen versucht, welche wesentlich darauf beruhen, dass zwei Cylinder, der eine von grösserem, der andere von geringerem Durchmesser, hinter einander liegen und eine gemeinschaftliche Kolbenstange haben, in welche, und zwar beim Austritt aus dem grösseren Cylinder, der Meissel zum Schrämen eingesetzt wird. Der Kolben im grösseren Cylinder bewirkt den Vorgang, der im kleineren den Rückgang des Meissels. Die Maschinen theilen mit anderen den Nachtheil, dass sie nicht unmittelbar auf der Sohle den Schram führen können, weil die Höhe der Räder zur Fortbewegung der Maschine auf der Schienenbahn dies nicht zulässt. Uebrigens liegen die Cylinder bei einer der Constructionen in der Achse dieser Räder.

6. Der Maschine von Frederick Hurd & Comp. zu Rochdale[230]) wird eine bedeutende Zukunft zugesprochen, weil sie die Fehler der bisherigen schneidenden Maschinen vermeiden soll, nämlich der mit geradlinig schrämendem Werkzeug (Carrett), welche wegen des leeren Rückganges in einer gegebenen Zeit zu wenig leistet, und der mit bogenförmig arbeitendem Werkzeug (Turley, Walker, Gillott), wobei das Schrämrad um so unbequemer wird, je tiefer der Schram geführt werden soll. Hurd will die Vortheile beider Systeme vereinigen, indem er das Werkzeug einen gestreckt elliptischen Lauf nehmen lässt und die erforderliche Beweglichkeit dadurch bewirkt, dass die Stahlschneiden zu Bestandtheilen einer gegliederten Kette gemacht werden, welche in Leitungen und mittelst eigenthümlich gebauter Kettenrollen geführt und gegen die zu unterschrämende Bank angedrückt werden. Die Schramführung soll stetig und

---

227) Der Berggeist. Köln 1872. S. 79.

228) Ebenda. 1872. S. 165.

229) Polytechn. Centralblatt. Leipzig 1869. S. 787. — Berg- u. hüttenm. Zeitg. von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1870. S. 230. — The Mining Journal. London 1869. S. 74.

230) Der Berggeist. Köln 1870. S. 7. — Berg- u. hüttenm. Zeitg. von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1870. S. 307. — Polytechn. Centralblatt. Leipzig 1870. S. 175.

ununterbrochen vor sich gehen; der Angriff der Schneidewerkzeuge kann an der Sohle des Orts erfolgen; das die Kette führende Gestell nimmt nur wenig Raum ein, so dass ein niedriger Schram gemacht werden kann und zugleich besitzt der ganze Mechanismus viel Bequemlichkeit für die Verstellbarkeit und Leitung des Angriffs. Es sind gründliche Versuche mit dieser neuen Maschine in England vorbereitet, deren Erfolg abzuwarten ist, bevor an dieser Stelle auf die näheren Details der Construction einzugehen ist.

7. In neuester Zeit ist gleichfalls eine auf der Anwendung einer Kette ohne Ende mit eingesetzten Schneiden beruhende Maschine von Gledhill zu Newcastle angegeben, über deren Leistung aber noch nichts mitgetheilt ist.[231])

Im Allgemeinen ist zu bemerken, dass die Schrämmaschinen sich nur für Flötze von mittlerer Mächtigkeit von 1 bis $1^1/_4$ Meter, mit hartem Schram, gutem Dach und flacher Lagerung eignen; sie bedürfen lange Arbeitsstösse, sind also nur für Strebbau oder dem ähnliche Abbaumethoden berechnet. Die localen Verhältnisse werden allein über ihre Anwendbarkeit entscheiden und jeder einzelnen Lagerstätte muss die Construction der Maschine und ihre Handhabung angepasst werden.

Am vortheilhaftesten wird es sein, wenn man durch Schiessen des Einbruchs auch bei der Gewinnung der Kohlen und anderer Mineralien das Schrämen gänzlich und mit diesem die immer einen zweifelhaften Werth behaltenden Schrämmaschinen erübrigen kann. Bereits oben S. 225 wurde erwähnt, wie man auf der Königsgrube in Oberschlesien das Unterschrämen der mächtigen Kohlenpfeiler aufgegeben hat und den Einbruch durch Schiessen herstellt. Auch bei der Gewinnung des Kupferschieferflötzes im Mansfeldischen[232]) ist man von der Schramführung mittelst Keilhaue in einzelnen, sich dazu eignenden Revieren abgegangen und gewinnt die Schiefern direct durch Schiessarbeit, indem man über dem Flötze die 25 bis 30 Grad geneigten Bohrlöcher ansetzt, wodurch man allerdings genöthigt ist, die Ortung höher, als beim gewöhnlichen Betriebe, (38 bis 40 Zoll) 0,994 bis 1,046 Meter zu nehmen, was eine grössere Bergegewinnung bedingt, dennoch hat sich diese Betriebsmethode als recht vortheilhaft erwiesen.

### III. Maschinen zur Gewinnung unter Vermeidung der Schiessarbeit.[233])

Auf Steinkohlengruben, welche schlagende Wetter führen, ist die Gewinnung mittelst Schiessarbeit mit Gefahren verknüpft, welche trotz aller angewendeten Vorsicht beklagenswerthe Explosionen herbeiführen können

---

[231]) Der Berggeist. Köln 1871. S. 153.

[232]) Erdmenger a. a. O. S. 250.

[233]) Nasse: Notizen über Maschinen, welche die Schiessarbeit bei der Kohlengewinnung ersetzen sollen in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 17. B. S. 416. — Berggeist. Köln 1870. S. 527. — Dingler polyt. Journal Bd. 198. S. 468.

und herbeigeführt haben. Es müssen daher Bestrebungen zur Herstellung von Maschinen, welche bei der Gewinnung der Kohlen die Schiessarbeit erübrigen, mit Genugthuung begrüsst werden, zumal bei einer möglichen Anwendung derselben der Stückkohlenfall ein grösserer sein wird, als wenn die Gewinnung durch Schiessarbeit erfolgt und ausserdem auch die Erschütterungen, welche die Schiessarbeit mit sich bringt, vermieden werden, wodurch Beschädigungen der Zimmerung und Hereinfallen des Dachgebirges, sowie die dadurch veranlassten häufigen Unglücksfälle verringert werden.

Schon vor mehr als zwanzig Jahren war George Elliot in Newcastle bemüht, eine solche Maschine zu construiren, indess ohne Erfolg. Anfänglich füllte er die gewöhnlichen Bohrlöcher in der Kohle statt mit Pulver und Besatzmaterial mit gebranntem Kalk, dessen Volumvermehrung bei Aufnahme von Wasser die Lösung der Kohle bewirken sollte, doch war die Wirkung viel zu langsam und zu schwach. Ebenso wenig erfolgreich war sein Versuch, durch ein in das Bohrloch dicht eingefügtes Rohr Wasser einzupressen. Dasselbe fand durch Ablösungen und Spalten in der Kohle einen Ausweg und wirkte nicht mit seinem Druck zur Lösung der Kohle.

Später versuchte Cochrane die Wirkung eines Keils, welchen er mittelst einer Schraube zwischen zwei andere in das Bohrloch gesteckte, mit der Schneide nach Aussen gerichtete Keile einpresste; er vermochte aber die beiden Keile nicht weiter, als 20 Millimeter, auseinander zu treiben, was nicht genügend ist.

In ähnlicher Weise benutzte Farum den Keil, indem er einen solchen einfach mit dem Hammer in das Bohrloch eintreiben wollte; der Erfolg war ein mangelhafter.

Grafton Jones[234]) wandte zuerst die hydraulische Presse an, indem er aus einem in das Bohrloch passenden Rohre eine Anzahl kleiner cylinderförmiger, zu je zwei diametral einander gegenüberliegender Kolben rechtwinkelig zur Längsrichtung des Rohres gegen die Bohrlochswände presste; jeder Kolben hatte einen Hub von 33 Millimeter, im Ganzen hatte man also einen Hub von 66 Millimeter, welcher nur in sehr seltenen Fällen ausreicht, eine Lösung der Kohlen zu bewirken.

Ch. J. Chubb construirte eine Maschine, welche sich von der vorigen nur dadurch unterschied, dass in dem Rohre ein einziger langgestreckter, ebenfalls rechtwinkelig zur Achse des Rohres sich bewegender Kolben angebracht war; hier betrug der Hub in einem 118 Millimeter weiten Bohrloche nicht mehr, als 33 Millimeter und blieb daher ohne Wirkung. Demnächst aber änderte Chubb den Apparat in der Weise, dass er, wie Grafton Jones, kleine cylinderförmige Kolben, jedoch nur nach einer Seite thätige in das Gehäuse einsetzte, hierzu statt eines Rohres einen Cylinder,

[234]) The Mining Journal. London 1869. S. 881. — Der Berggeist. Köln 1870. S. 47.

versucht worden und zwar auf der Harecastle Colliery bei Harecastle in North-Staffordshire, wo zwei Maschinen versucht sind, eine für ein Bohrloch von 948 Millimeter Durchmesser mit einem Presskolben von 785 Millimeter und einem Druck von 15000 Kilogramm und eine grössere für ein Bohrloch von 1,255 Meter Durchmesser und einem Druck von 25000 Kilogramm auf den gleich grossen Presskolben. Der angewendete Bohrer ist auch hier ein Schlangenbohrer mit vorwegarbeitender Spitze, welcher, nach Art der Einrichtung von Lisbet, in die Kohle eingedreht wird.

Der Apparat geht aus den Figuren 107 bis 110 hervor. Im Innern des luftdicht verschlossenen Reservoirs a befindet sich die Pumpe, deren Kolben von 20 Millimeter Durchmesser mittelst des Hebels b bewegt wird; in dem Rohr c läuft der Presskolben, welcher sich in den Stempel d verlängert und durch diesen auf den Keil ee, welcher, der Länge nach halbirt, die Einführung eines zweiten und nöthigenfalls eines dritten gestattet, den mittelst der Pumpe erzeugten Druck ausübt. Das stimmgabelförmig

Fig. 109.

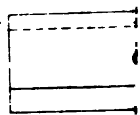


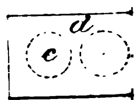

Fig. 110.

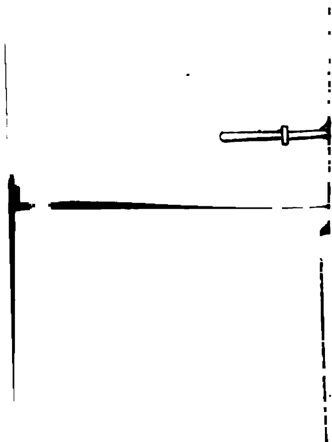



gebogenen Stahlband ff, dessen T förmige Enden gg, während die hydraulische Presse arbeitet, in den auf das Kolbenrohr c aufgezogenen mit den Nasen hh versehenen Ring eingelegt wird, bildet das Widerlager für die Pumpe. In den halbkreisförmigen Theil des Stahlbandes f passt das cylinderförmige Kopfstück i, auf welchem die Wangen kk von gleicher Länge, wie die Keile, aufsitzen. Diese mit dem Stahlbande das Bohrloch ausfüllenden Wangen übertragen, indem sie von den Keilen auseinandergetrieben werden, den Seitendruck derselben auf die Wand des Bohrlochs. Sobald die Schneiden des zuerst angewandten Doppelkeils ee das Kopfstück i erreicht haben, ohne dass die beabsichtigte Wirkung erfolgt ist, treibt man einen zweiten Keil ein, zu welchem Ende das Stahlband f von dem Kolbenrohr der Presse gelöst und der Kolben der letzteren in seine anfängliche Stellung zurückgeführt wird. Die Keile sind 392 Millimeter lang und an der Basis 78½ Millimeter breit; die beiden Hälften des Doppelkeils ee bilden zusammen einen Keil von solchen Dimensionen. Bei dem Anpressen des Kolbens bildet sich in dem Reservoir a hinter dem Kolben ein luftverdünnter Raum, in Folge dessen der Presskolben d, wenn man das Rohr c und das Reservoir a durch Oeffnen des Hahnes l in Fig. 107 in Communication setzt, beim Stillstande der Maschine einen Theil seines Weges von selbst zurücklegt.

Auf der Harecastle Colliery wird ein 12 bis 14 Grad einfallendes Flötz gebaut, welches am Dach 628 Millimeter weiche, unreine Kohle führt, die darunter folgenden 1½ Meter führen reines, nicht allzu festes Kohl, welches sich aber ohne Anwendung von Pulver nicht von der Sohle




d
c



löst. Mit der beschriebenen Maschine erfolgt die Gewinnung in der Weise, dass man am Dache schrämt und die unreine Kohle beseitigt; an einer Pfeilerecke hat man ein auf drei Seiten freigelegtes etwa $1\frac{1}{2}$ Meter langes und $1\frac{1}{4}$ Meter breites Parallelepiped, zu dessen Gewinnung auf der Sohle senkrecht unter dem Ende des Schrames mittelst der Bohrmaschine ein $1\frac{1}{4}$ Meter tiefes Loch binnen einer halben Stunde gebohrt wird. In das Bohrloch wird der Keil innerhalb des Stahlbandes eingesetzt und mittelst des Presskolbens eingetrieben, wenn nöthig ein zweiter Keil, selten ein dritter, wodurch der freigelegte Kohlenkörper abgelöst und zerklüftet wird. Die Maschine wird von einem Arbeiter bedient.

Die Versuche haben zwar herausgestellt, dass das Gedinge für die Gewinnung der Kohlen etwas hat erhöht werden müssen, dass aber diese Kostenvermehrung durch den um 20 Procent reichlicheren Gewinn von Stückkohlen übertroffen wird, so dass sich die Anwendung der Maschine als vortheilhaft herausstellt.

Es scheint, als ob die Leistungsfähigkeit und praktische Anwendbarkeit der Maschine von Bidder und Jones grösser ist, als der von Chubb. Der grösste Uebelstand der letzteren besteht in der Reihe von Kolben, welche schwer dicht zu erhalten sind, auch macht sie weitere Bohrlöcher erforderlich, welche grössere Kosten veranlassen, endlich sind die Anschaffungskosten der Maschine auch höher, zumal die eigentliche Pumpe bei der Maschine von Jones für mehrere Bohrlöcher nach einander angewendet werden kann, wenn nur jede Kameradschaft mit dem Keilapparat und dem Stahlbande versehen ist, wogegen die Maschine von Chubb in ihrer ganzen Zusammensetzung von einem Ort zum anderen transportirt werden müsste, was bei der Schwere und der Länge der Maschine schwierig ist. Dennoch würde sich die weitere Ausbreitung der Maschine von Chubb sehr empfehlen, wenn die ferneren Versuche die Möglichkeit herausstellen, das Schrämen im harten Kohl gänzlich unterlassen zu können.

Auch für das Auffahren von Strecken im Gestein, ohne Anwendung von Schiessarbeit, hat Penrice eine Maschine angegeben, welche sich bei der Belagerung von Sebastopol bereits bewährt haben soll.[236]) Dieselbe bearbeitet den ganzen Ortsstoss zu gleicher Zeit mittelst Meissel, welche schräg gestellte Schneiden haben und das Gestein in Spänen abtrennen, indem sie rasch hinter einander Schläge ausführen und sich langsam um die Schlagaxe drehen. Der Bohrkopf hat einen der aufzufahrenden kreisrunden Strecke gleichen Durchmesser; derselbe besteht aus einer kreisrunden Scheibe mit 4 Ausschnitten A, welche in der Kreisfläche einen Raum von je 30 Grad einnehmen, wie Fig. 111 zeigt; in den massiven Sectoren befinden sich concentrische Nuten mit schwalbenschwanz-

---

[236]) Bulletin de la société de l'industrie minérale. Paris. t. 14. p. 42. — Polytechn. Centralblatt. Leipzig 1869. S. 777. — Berg- u. hüttenm. Ztg. von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1870. S. 28.

förmigem Querschnitt, in welche die Meissel eingesetzt und durch Schraubenmuttern befestigt werden. Die Meissel haben schräge Schneiden und treten einzeln vor einander hervor. Der Bohrkopf ist mit dem Kolben des liegenden Treibecylinders unmittelbar verbunden, so dass durch dessen Hin- und Herbewegung Schläge mittelst der Meissel auf das Gestein ausgeführt werden, während durch einen aufrechtstehenden kleinen Cylinder und die mit diesem in Verbindung stehende Räder- und Schraubenanordnung die drehende Bewegung hervorgerufen wird. Gleichzeitig ist eine Vorrichtung angebracht, welche das allmälige Vorrücken der Maschine bewirkt. Die Durchbrechung der Bohrscheibe ist deshalb erfolgt, damit die losgelösten Gebirgstheile hinter den Bohrkörper hindurchfallen, sie werden hier in einem Paternosterwerk aufgefangen und durch dasselbe rückwärts geschafft. Damit in hartem Gestein die Meissel sich nicht erhitzen, in weichem Gestein sie sich nicht festklemmen, ist eine Spritzvorrichtung angebracht, aus welcher beständig Wasser in Regenform vor Ort geleitet wird. Die Maschine wirkt continuirlich und braucht nur zurückgezogen zu werden, wenn sich eine Abstumpfung der Meissel bemerkbar macht. Der Betrieb erfolgt durch Dampf oder comprimirte Luft, doch empfiehlt sich die Anwendung der letzteren. Die Maschine ist besonders für Tunnel bestimmt, kann aber auch in Bergwerken benutzt werden, doch selbst nach Angabe des Erfinders nur dann mit Vortheil, wenn die Länge der auszuarbeitenden Strecke mindestens (1 englische Meile) 1600 Meter beträgt. Es sollen bei einem Streckenquerschnitt von 1,5 Meter (5 Fuss) im Granit 3,75 Meter, im Sandstein 5,5 Meter Streckenlänge binnen 24 Stunden gewonnen werden können, wobei nur ein Arbeiter die Maschine dirigirt und ausserdem die Ausgaben für Pulver erspart werden. Eine praktische Verwendung dieser Maschine beim Grubenbetrieb ist bis jetzt nicht bekannt geworden, weshalb ein näheres Eingehen auf die Details der Maschine unterlassen wird.

Fig. 111.




Dasselbe ist der Fall mit der **Tunnelfraismaschine von Brunton.**[237]) Bei derselben drücken die Stahlfraisen gegen das Gestein und nehmen bei ihren kreisförmigen Umdrehungen Gesteinsplitter fort, indem sie sich schraubenförmig in den Ortsstoss einarbeiten. Die Fraisen sind Stahlscheiben von 261½ bis 523 Millimeter Durchmesser und 13 bis 26 Millimeter Dicke, je nach der Beschaffenheit des zu bearbeitenden Ge-

[237]) Polytechn. Centralblatt. Leipzig 1868. S. 561. Jahrg. 1871. S. 809. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1871. S. 451.

steins, ihr ganzer Umfang bildet eine Schneidkante. Sie sitzen zu je 6 auf einem Fraisenfutter, rechtwinkelig gegen die Scheibenebene auf Zapfen und erhalten ihre Bewegung zugleich mit dem Fraisenfutter. Zwei solche Futter, welche mit Zahnrädern versehen sind, sitzen an dem Querhaupt einer hohlen Welle, welche in Lagern und auf einem vierräderigen und auf Schienen laufenden Wagen ruht und sich in denselben zu drehen vermag. Durch die hohle Welle geht eine andere Welle, welche an der von dem Ortsstoss abgekehrten Seite mit einem Scheibenrade versehen ist und durch Riemen oder Seiltransmission in Bewegung gesetzt wird; an dem dem Ortsstoss zugekehrten Ende ist diese Welle mit einem Zahnrade versehen, mittelst dessen der Eingriff in die Zahnräder der Fraisenfutter und deren Drehung erfolgt, so dass sich nun auch die hohle Welle mit drehen muss. Dieselbe ist auf ihrer Aussenfläche mit einem Schraubengewinde versehen und bewegt sich in einer Schraubenmutter, welche durch Arme und Stellschrauben gegen Sohle und Firste des Tunnels festgestellt wird, so dass sich die Welle und mit ihr der ganze Apparat in den Ortsstoss hineinschraubt; sobald die Welle bis zu ihrem Ende fortgeschraubt ist, wird die Maschine stillgestellt, die Mutter wird gelöst, bis zum Anfang der Welle fortgeführt und wieder festgestellt, worauf die Bewegung von Neuem beginnt. Bei jeder Umdrehung der Schraubenwelle machen die 6 Fraisen auf jedem der beiden Fraisenfutter in ihrem Kreislauf vor dem Ortsstoss eine der Höhe des Schraubenganges der Welle entsprechende Bewegung in den Stoss hinein, und da diese Höhe 26 Millimeter beträgt, so rücken bei jeder Umdrehung die Fraisen 52 Millimeter fort. Bei der Maschine soll jede Stosswirkung vermieden sein, sie soll ununterbrochen arbeiten und ertheilt vermöge ihrer Kreisbewegung dem Tunnel eine cylinderische Gestalt; der Ortsstoss hat die Form einer doppelten Schraubenlinie mit stets gleichbleibendem Ansteigen, welches die Fraisen veranlasst, von dem Gestein Splitter abzulösen.

Man ist der Ansicht, dass durch diese Maschinen mehr mechanische Arbeit aufgewendet wird und grössere Betriebskraft erforderlich ist, als wenn man durch Bohren und Sprengen das Gestein in grösseren Stücken gewinnt. Der Erfinder der Maschine ist anderer Ansicht, glaubt in kürzerer Zeit das Gestein auszugewinnen, wobei noch an Arbeitskraft und Sprengmaterial gespart wird. Es sollte nach der vorliegenden Quelle die Maschine in dem Schiefergebirge von Nordwales in Betrieb gesetzt werden. In härteren Gesteinsarten, wie Sandstein, festem Kalk soll die Maschine nur 314 bis 471 Millimeter in einer Stunde vordringen, in weicheren dagegen 0,628 bis 1,882 Meter.

Die Maschine von Henley[238]) ist ein horizontaler Dampfhammer, dessen Kopf mit auszuwechselnden Stahlschneiden versehen ist und der

[238]) The Mechanics' Magazine Vol. 94. p. 153. — Der Berggeist. Köln 1871. S. 287. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1871. S. 198.

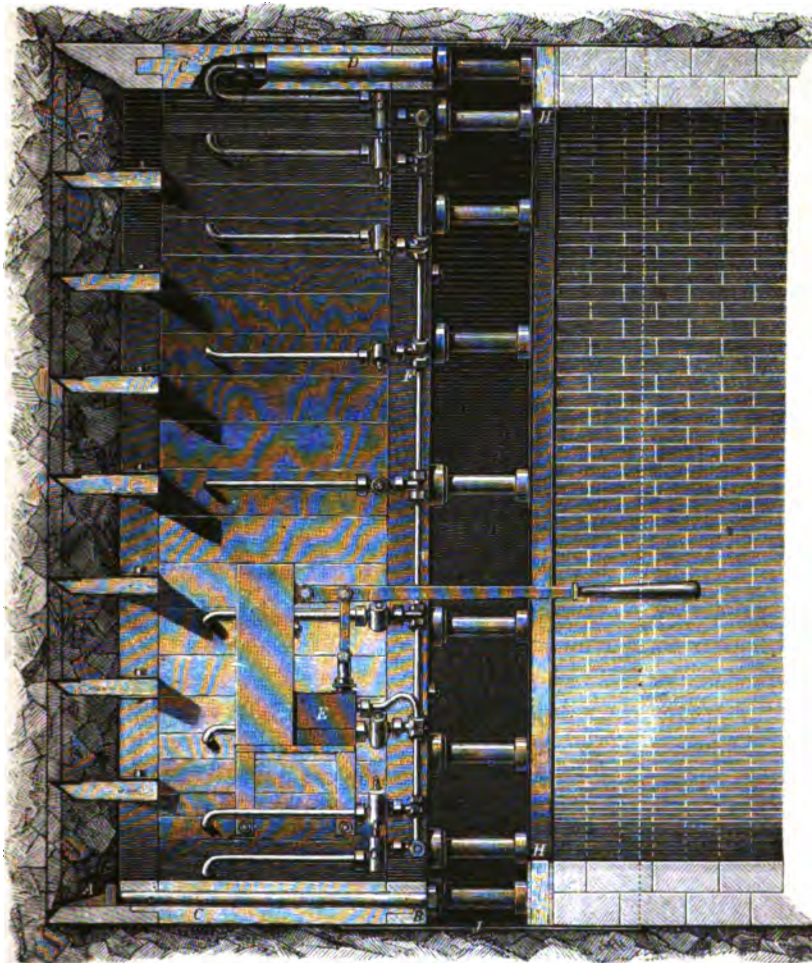
einen verstellbaren Hub besitzt, um die Wirkung des Schlages veränderlich zu machen. Der Kopf hat die Höhe der Strecke und etwa den dritten Theil der Breite derselben. Um die gesammte Ortsbreite berühren und ausarbeiten zu können, hat der Kolben ein Kugelgelenklager, in welchem das Ende der mit dem Hammerkopf ein Stück bildenden Kolbenstange eingesteckt ist und mittelst einer einfachen durch die Bewegung des Kolbens bewirkten Vorrichtung kann das vordere Auflager des ganzen Kopfes nach der Streckenbreite hin und hergeschoben werden, um nach und nach den ganzen Ortsstoss zu bearbeiten. Der Kolben besteht aus einem massiven, das Kugellager enthaltenden Kern und einer mit zwei hohlen Kolbenstangenstücken verbundenen eigentlichen Kolbenscheibe. Die cylinderischen Kolbenstangenstücke sind hinreichend weit, um das Auslenken des Werkzeugstiels zu gestatten und werden in den entsprechend weiten Stopfbüchsen des Cylinders geführt. Die Steuerung ist einfach und hinreichend elastisch, insofern als Hub und Expansion verstellbar sind. Im Kolbenkörper steckt, gleichfalls mit Kugelgelenk verbunden, noch eine kleinere nach rückwärts gehende Kolbenstange, deren Ende in einem Bügel veränderlich angehängt werden kann. Dieser Bügel ist der längere Arm eines Winkelhebels, dessen anderer Arm den einen Drehpunkt einer Coulisse fasst, welche am anderen Ende von einer geraden Lenkerstange gehalten wird. Der feste Drehpunkt dieser Lenkerstange kann hoch und niedrig gestellt werden, so dass sich für die Lage der Coulisse eine grosse Zahl von Stellungen denken lässt. Die Schieberstange wird in der Coulisse mit ihrem cylinderischen Zapfen geführt und die Hin- und Herbewegung derselben ist mithin von der Kolbenstange abhängig gemacht, dieses Abhängigkeitsverhältniss aber wiederum veränderlich durch die angegebene Verbindung bewegter Theile. Eine praktische Ausführung und Anwendung auch dieser Maschine ist bisher nicht bekannt geworden.

Für die Auffahrung eines Tunnels in sandigen, erdigen Massen unterhalb der Stadt New-York ist von Beach eine Bohrmaschine angewendet worden, welche durch Wasserdruck betrieben wird.[239]) Ein kräftig gebauter Ring von dem Durchmesser des kreisförmigen Tunnels, nämlich 2,84 Meter, bewirkt das Eindringen in den Ortsstoss. Derselbe besteht (Fig. 112) aus 2 gusseisernen Theilen A und B, welche den Holzring C zwischen sich fassen und gegenseitig durch Bolzen abgesteift sind. Der Ring A ist nach vorn mit einer Schneide versehen, um in den Boden eindringen zu können. In den Ring A ist ein Fachwerk von Holz eingesetzt, dessen Schneiden mit Eisenblech bekleidet sind, um ein gleichmässiges Eindringen in den Boden zu bewirken. In den Ring B sind 18 hydraulische Pressen, aus Stahl gefertigt, eingelassen. Seitwärts in dem Holzring ist eine Presspumpe E befestigt, welche durch das Rohr F mit

[239]) Tunnelbohrmaschine für die pneumatische Eisenbahn in New-York in Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure Bd. 14. S. 576.

allen Presscylindern in Verbindung steht, jedoch so, dass jeder einzelne Cylinder durch die Ventile H ausgeschaltet werden kann. Der Durchmesser der Presskolben ist 58 Millimeter, ihr Hub 410 Millimeter. Um den

Fig. 112.



Ring B ist ein zweiter aus 3 Millimeter starkem Eisenblech hergestellter Ring J angebracht, welcher 700 Millimeter vor dem Ring B hervorragt, also immer einen Theil der rückwärts fertiggestellten Ausmauerung des Tunnels umfasst und bei dem Vorrücken des Apparats zwischen Mauerung und Tunnelwandung fortgleitet, so dass der Boden aus den Tunnelwandungen, soweit dieselben noch nicht durch Mauerung abgekleidet sind, von dem Arbeitsort abgehalten wird. Um den ca. 2400 Centner

betragenden Druck der Presskolben gleichförmig auf das hinterliegende Mauerwerk zu vertheilen, ist vor demselben ein Ring H, welcher auf beiden Seiten mit Eisenblech beschlagen ist, angebracht. Um den Apparat wirken zu lassen, arbeiten zwei Mann an der Pumpe, während zwei andere mittelst Brechstangen den Boden vor Ort lockern und herausnehmen, welcher von zwei besonderen Arbeitern fortgefahren wird. Sobald der Apparat, der Hubhöhe der Presskolben entsprechend, 410 Millimeter fortgerückt ist, werden die Presskolben und der Ring H zurückgedrückt, die freigewordenen 410 Millimeter Tunnelraum mit Mauerwerk versehen, worauf man die ganze Operation wiederholt. Bei ununterbrochener Arbeit hat man binnen 24 Stunden 1,23 Meter fertigen Tunnel von 2,84 Meter äusserem Durchmesser und 0,41 Meter Mauerstärke hergestellt.

---

## Vierter Abschnitt.

### Gruben und Grubenbaue. Ausrichtung, Vorrichtung und Abbau.

---

Die Methoden der planmässigen Bearbeitung nutzbarer Mineralien lassen sich am besten ähnlich unterscheiden, wie es im französischen Bergwerksgesetz vom 21. April 1810 geschehen ist, welches, freilich mit Rücksicht auf die Natur des zu gewinnenden Minerals, auseinander hält: Gruben, Gräbereien, Steinbrüche (mines, minières, carrières).

Grubenbau oder Grubenbetrieb heisst hier jeder zu bergmännischen Zwecken unterirdisch hergestellter Raum; eine Gesammtheit planmässig zusammenhängender Grubenbaue bilden ein Grubengebäude, Grube, Bergwerk, nach altem Herkommen auch Zeche genannt; bestimmende Eigenschaft der Grube ist also hier, von rechtlichen Unterscheidungen abgesehen, der unterirdische Betrieb. Dagegen geschehen Gräbereien unmittelbar am Tage zur Gewinnung oberflächlicher Lagerstätten, als welche im französischen Gesetz z. B. Raseneisenstein genannt wird, während Torf für den Grundeigenthümer reservirt ist; sie bedürfen der bergmännischen Vorkehrungen nicht. Auch Steinbrüche werden meist unter freiem Himmel betrieben und sondern aus anstehendem Gestein Stücke zum technischen Gebrauch aus.

Dennoch lassen sich diese Begriffe nicht scharf trennen, da Uebergänge stattfinden. Steinbrüche werden zuweilen unterirdisch betrieben, wie z. B. die Schieferbrüche in der Rheinprovinz, die Mühlsteinbrüche daselbst zwischen Mayen und Andernach, die Brüche im Petersberge bei Mastricht, die Katakomben von Paris und Rom u. s. w., sie erlangen dann Aehnlichkeit mit den auf stockförmigen Erzmassen betriebenen Grubenbauen. Umgekehrt wird die Gewinnung derartiger zu Tage ausgehender Massen mitunter steinbruchartig betrieben, z. B. die Gewinnung von Steinsalz zu Cardona in Spanien, Spatheisenstein in einzelnen Theilen Steiermarks, Magneteisenstein in Schweden; solche Gewinnungen pflegt man schon Tagebaue zu nennen. Der eigentliche Tagebau (die Aufdeckarbeit), im Ganzen nicht häufig, ist ein Mittelding zwischen Gräbereien und Gruben,

findet statt auf söhligen oder flach geneigten, nahe unter Tage oder unter nicht zu mächtiger Bedeckung von losen oder festeren Massen liegenden Lagerstätten, welche einen unterirdischen Bau wegen der schwachen Bedeckung nicht gut zulassen; derselbe besteht im Abheben, Abräumen des Deckgebirges (Abraumarbeit) und der nachherigen Gewinnung der Lagerstätte, wobei zuweilen besondere Einrichtungen für Förderung und Wasserhaltung nothwendig werden; hierher gehört die Gewinnung von Braunkohle in der preussischen Provinz Sachsen, von Eisenstein in Oberschlesien, von Bleierzen bei Kommern in der Rheinprovinz u. a. m. Seifenwerke zur Ausbeutung von Seifen reihen sich bald mehr den Gräbereien, bald den Tagebauen an.

Man hat also hiernach zu unterscheiden:

A. Gruben.

B. Tagebau, wohin auch Seifenwerke und Gräbereien zu rechnen sind.

## A. Gruben.

Die Anlage der Gruben hängt im Detail der Ausführung von der räumlichen Natur und der Art der Lagerstätten, deren Zahl und von vielen anderen Umständen ab. Insofern es sich um nachhaltige Lagerstätten, nicht etwa nur um Gewinnung unregelmässiger Nester u. dgl. m., handelt, oft aber auch bei der letzteren, ist stets das Grundprincip des ersten Angriffs gemeinsam: die Lagerstätte oder die Lagerstätten in einer gewissen Tiefe zugänglich zu machen (auszurichten, aufzuschliessen), um von dort aus die nach der Höhe vorhandenen (anstehenden) Fossilien zu gewinnen, wobei eine Menge von Veranstaltungen concurriren, eine Reihe von Bedingungen erfüllt werden müssen, wie die Abführung der Wasser, die Unterstützung der ausgehauenen Räume, die Fahrung, die Wetterführung, die Förderung.

Die Ausrichtung erfolgt durch Stolln oder Schächte, welche beide Arten von Bauen übrigens auch zu anderen Zwecken, als zur Ausrichtung vorkommen. Von Wichtigkeit hierbei ist, dass sich die Schächte überall anlegen lassen, Stolln aber an die Gestalt der Oberfläche gebunden sind. Principiell unterscheidend zwischen beiden Ausrichtungsmethoden ist zunächst die Art der Wasserabführung, womit sich dann noch andere Abweichungen als Folgerungen verbinden. Auf diese Weise entsteht der Unterschied zwischen Stollnbau und Tiefbau, Stollngruben und Tiefbaugruben; der Stollnbau geht häufig voran, der Tiefbau folgt nach, der letztere wird aber auch sofort in Angriff genommen, wenn die Verhältnisse es erheischen, wie überhaupt die Zukunft jedes Bergbaues, welcher überhaupt eine solche hat, im Tiefbau liegt. Daher hat in den ausgedehnten Revieren am Harz, bei Freiberg u. a. O. eigentlicher Stollnbau längst fast gänzlich aufgehört, daher vermindert sich in vielen Bergwerkgegenden die Zahl der Stollngruben von Jahr zu Jahr, die Zahl der Tiefbaugruben

nimmt zu; hierauf aber sind von wesentlichem Einfluss namentlich die Fortschritte im Maschinenwesen; die Einführung der Dampfmaschine beim Bergwerksbetrieb markirt einen bemerkenswerthen Abschnitt in dessen Entwickelung.

### A. Stolln.

Ein Stolln ist ein möglichst horizontaler, von Tage ausgehender, nach Umständen unter der Oberfläche verzweigter Grubenbau. Die deutschen Bergordnungen, welche erlassen wurden, als das Maschinenwesen noch in der Kindheit war, legen den Stolln als Hauptmittel, die Lagerstätten auszurichten, einen grossen Werth bei und statten sie mit besonderen Berechtigungen aus (Erbstolln); schon das französische Bergwerksgesetz vom 21. April 1810 erwähnt ihrer nicht und das allgemeine Berggesetz für die preussischen Staaten vom 24. Juni 1865 kennt eine neue Verleihung von Erbstollngerechtigkeiten nicht mehr[1]). Der Betrieb der Stolln ist gebunden an die Gestalt der Oberfläche, da sie nur da betrieben werden können, wo über dem am Tage anzusetzenden Stolln Lagerstätten anstehen, also im Terrain, welches sich über Thalsohlen und Einschnitten erhebt; wo diese Erhebung zu grösserer Höhe anwächst, werden auch mehrere Stolln übereinander getrieben, wodurch die Baue auf den Lagerstätten in Etagen zerlegt werden.

Der Stolln kann folgende Zwecke erfüllen:

1. Wasserabführung aus den Bauen in der Lagerstätte,
2. Wetterzuführung, wofür der tiefste Stolln der beste ist,
3. Verminderung der Wasserhebungstiefe bei Tiefbauen, was bei mangelnden oder theuren Maschinenkräften ein sehr wichtiger Zweck ist, wie z. B. der Rothschönberger Stolln im Freiberger Revier, der tiefe Ernst-August-Stolln am Harz, der Saarstolln bei Saarbrücken lediglich diesem Zwecke dienen, obwohl mit dem Saarstolln anfänglich andere Absichten verbunden waren,
4. Vermehrung der Aufschlagewasser für hydraulische Maschinen unmittelbar durch Abfangen der Wasser, mittelbar, wenn mehre Stolln untereinander liegen, also Concentration vorhandener Gefälle und Schaffung von neuen,
5. Gruben- und Tageförderung,
6. Einleitung des Abbaues, wenn der Stolln innerhalb der Lagerstätte steht.

Auch der Tunnel ist ein Stolln, welcher aber die Eigenthümlichkeit hat, dass er zwei Punkte über Tage verbindet.

An Bennungen sind hier hervorzuheben: das Mundloch des Stollns ist die Stelle, wo er unterkriecht, d. h. unter die Oberfläche des Ge-

---

[1]) Das allgemeine Berggesetz für die preussischen Staaten vom 24. Juni 1865. §. 223. (Preussische Gesetzsammlung 1865. S. 705.)

birges eintritt; die Rösche ist der Abzugsgraben, welcher die aus dem Stolln zu Tage tretenden Wasser in einen benachbarten Wasserlauf abführt, die Wasserseige derjenige Theil des Stollns, in welchem auf seiner Sohle die Wasser zu Tage abfliessen; über der Wasserseige liegen auf eingebühnten Schwellen Bohlen, Laufbretter, auch Schienengeleise, welche zur Förderung und zum Fahren der Belegschaft u. s. w. dienen, dies ist das Tragewerk; der Raum über dem Tragewerk bis zur Firste des Stollns ist der Fahrraum.

Oberstolln (auch Tagesstrecken) sind diejenigen, welche die Lagerstätten in oberen Tiefen aufschliessen und angreifen, wohin auch die Schürfstolln zu rechnen sind; im Gegensatze hierzu stehen die tiefen Stolln, welche eine grössere Tiefe bei der Ausrichtung der Lagerstätte einbringen. Rechtlich hat man zu unterscheiden Grubenstolln, welche die Lagerstätte in jeder beliebigen Tiefe lösen, und Erbstolln, welche nach den alten Bergordnungen eine Minimaltiefe unter der Oberfläche oder einem oberen Stolln einbringen müssen. Revierstolln sind sehr grosse und lange Stolln, meistentheils Erbstolln, welche einem ganzen Grubencomplex zur Lösung dienen. Hilfsstolln dient als Nebenstolln für den Hauptstolln, wenn derselbe die angefahrenen Wasser allein abzuführen nicht im Stande ist, es entstehen dann zwei Mundlöcher. Wasserstolln ist nur zum Erschroten von Wassern in sehr wasserreichem Gebirge bestimmt und kommt selten vor, Wetterstolln führt frische Wetter von Tage zu den Grubenbauen ein; jeder obere Stolln kann für den zunächst tiefer gelegenen ein Wetterstolln werden. Circumferentialstolln ist ein um einen Salzschacht herum getriebener Stolln, welcher bestimmt ist, die Wasser vom Schachte abzuhalten bei den Steinsalzgewinnungen in Ungarn und Siebenbürgen. Flügelort ist ein vom Hauptstolln aus in anderer Richtung als derselbe betriebener Stollntheil, welcher zur Lösung von Nachbargruben aufgefahren wird und die dort erschrotenen Wasser dem Hauptstolln zuführt. Lichtlöcher (Lichtschächte am Harze) sind Schächte, welche von Tage nieder auf den Stolln abgeteuft werden, um bei grösserer Erstreckung desselben die Wettercirculation zu unterstützen oder zur Förderung der gewonnenen Massen benutzt zu werden oder zur Beschleunigung des Stollnbetriebs mehre Ansatzpunkte im Gebirge für den Stolln zu gewinnen, indem das zwischen zwei Ansatzpunkten zu durchörternde Gebirgsstück von beiden Seiten in Angriff genommen werden kann.

Beim Auffahren und Betriebe der Stolln kommt in Betracht: der Ansatzpunkt, die Richtung, die Dimensionen, das Ansteigen.

Der Ansatzpunkt ist selbstredend so zu wählen, dass man — wenn keine besonderen Gründe dagegen sprechen — auf dem kürzesten Wege das Ziel erreicht. Die Wahl ist abhängig davon, ob man sich gleich auf der Lagerstätte ansetzt oder, wie bei Hauptstolln in der Regel zu geschehen pflegt, erst durch Gestein fährt und später die Lagerstätte verfolgt.

Ferner hat man die Gestaltung der Oberfläche ins Auge zu fassen, da man sich stets in Gebirgseinschnitten oder Thälern oder doch in Niederungen, in der Nähe von Wasserläufen der Oberfläche anzusetzen hat, wo möglich in solcher Höhe, dass auch in nassen Jahreszeiten der Abfluss der Wasser aus dem Stolln nicht gestört wird oder doch nur bei sehr hohen Fluthen; deshalb nimmt man den nach der Beobachtung mehrer Jahre ermittelten mittleren Wasserstand für das Ansitzen zum Anhalten, weil das Ansitzen im höchsten Wasserstande zu viel Verlust an Seigerteufe des Stollns nach sich ziehen würde. Für den Wetterzug ist es gut, wenn das Mundloch nicht in einer engen Schlucht oder in einem Thalwinkel gelegen ist; für den Wasserabfluss ist es von Vortheil, wenn man die Tagerösche nicht rechtwinkelig gegen den Wasserlauf, welcher die Wasser aufzunehmen hat, zu führen braucht. Wesentlich ist auch, dass man einen guten Haldensturz vor dem Mundloch herstellen kann, um die beim Betriebe des Stollns gewonnenen Berge bequem abstürzen zu können. Principiell muss man die grösstmögliche Tiefe des Stollns zu fassen suchen, um eine genügende Pfeilerhöhe der Lagerstätte zu lösen, womit aber auch die Länge, die Kosten für Lichtlöcher u. s. w. wachsen und der Zeitpunkt der Benutzung hinausgeschoben wird, so dass hierbei ein angemessenes Abwägen mit der Wichtigkeit des Bergbaues stattfinden muss.

Die Richtung des Stollns ist schon einigermassen bestimmt durch den Anfangspunkt und die Lage der zu lösenden Grubenfelder; bei Hauptstolln wählt man möglichst gerade Richtung bis in das zu lösende Revier. Manche Stolln gehen querschlägig oder spiesseckig bis zum ersten Flötze oder Gange und dann streichend auf diesen fort; andere sind gleich streichend angesetzt, doch sind dies in der Regel nur unbedeutende Stollnbetriebe; andere endlich durchfahren querschlägig eine ganze Reihe von Lagerstätten, indem es der ferneren Ueberlegung überlassen bleibt, die weitere Ausrichtung zu wählen. Bei grossen Anlagen ist fast immer die streichende Richtung mit der querschlägigen vereinigt, indem die letztere die Hauptlösung ausführt und die erste als Flügelörter die Wasser aus den Lagerstätten dem Hauptstolln zuleitet. — Aber auch manche Verhältnisse der Oberfläche sind bei der Wahl der Richtung von Einfluss, indem man vermeiden muss, wassernöthiges Gebirge oder Gegenden, denen das Wasser in Brunnen oder Quellen entzogen werden könnte, zu unterfahren, was um so wesentlicher zu beachten ist, wenn mit dem Stolln nur geringe Tiefe eingebracht wird. Desshalb muss man auch das Durchfahren von Verwerfungen oder von gestörtem Gebirge vermeiden, weil dadurch die Tagewasser leicht abgezogen werden, und weil ausserdem in solchen Gebirgstheilen der Stolln keine Haltbarkeit hat; kann eine solche Stelle beim ersten Betriebe nicht umgangen werden, so muss man doch suchen, solche Stollnstücke bald abzuwerfen. Man sucht mit der Stollnrichtung, wenn irgend möglich, Thäler auf, um die Kosten für Lichtlöcher zu ermässigen, dabei bleibt man aber etwas am Gehänge des Thals und

geht nicht unter die Sohle desselben, um die Wasser aus dem Thal nicht in den Stolln zu ziehen. Man sucht auch die milden Gesteine beim Auffahren zu benutzen, brüchiges Gebirge aber zu vermeiden; wenn man einmal in die Lagerstätte eingetroffen ist, so geht man auf derselben fort, wobei sie am besten der Untersuchung unterworfen wird, doch hat man bei der Auswahl der betreffenden Lagerstätte aus mehren derselben für den Hauptstolln vorzugsweise die Standhaftigkeit des Gebirges zu berücksichtigen. In fremdem Felde wird der Erbstöllner, welchem der Stollnhieb d. i. das Eigenthum der bei der Auffahrung des Stollns gewonnenen Mineralien zusteht, bei der Auswahl der Lagerstätte abzuwägen haben, in welchem Verhältniss der Werth der zu gewinnenden Mineralien zu den Kosten der dauerhaften Herstellung des Stollns steht. Auch die Sättel und Mulden der Lagerstätten können mancherlei Aenderungen in der Stollnrichtung veranlassen. Feste Regeln lassen sich über die zu wählende Richtung nicht geben, dieselbe muss bei Bearbeitung des Lösungsplanes in grossen Zügen vorgesehen und nach den Ergebnissen in den von Zeit zu Zeit aufzustellenden Betriebsplänen detaillirt erwogen werden.

Die Dimensionen sind abhängig von der Menge der zu erwartenden Wasser und den sonstigen Zwecken des Stollns; die Weite ist z. B. grösser bei Kahnförderung, die Höhe bei Pferdeförderung. Wird der Stolln im Gestein getrieben, so reichen für kleinere Stolln (90 Zoll) 2,354 Meter Gesammthöhe und (50 Zoll) 1,308 Meter Weite wohl immer aus; die erstere steigt für Hauptstolln bis (1½ Lachter) 3,139 Meter, letztere bis (1 Lachter) 2,092 Meter und mehr, namentlich bei doppelspuriger Förderbahn in Steinkohlengruben; zur Befahrung genügt über dem Tragewerke stets (1 Lachter) 2,092 Meter Höhe. Auf den Steinkohlengruben bei Saarbrücken[2]) hat man für die Hauptförderstolln einen Fahrraum von (85 bis 90 Zoll) 2,223 bis 2,354 Meter Breite mit doppeltspuriger Bahn und eine Höhe von (80 Zoll) 2,092 Meter für Menschenförderung, von (90 Zoll) 2,354 Meter für Pferdeförderung, bei einfacher Bahn und Menschenförderung genügt (60 Zoll) 1,569 Meter Breite und (72 Zoll) 1,883 Meter Höhe; die Wasserseigen, meistentheils in den liegenden Stoss oder auch in die Mitte verlegt, sind (20 bis 40 Zoll) 0,523 bis 1,046 Meter breit und hoch, häufig mit (10 bis 12 Zoll) 262 bis 314 Millimeter starken Gewölben überspannt, wo dann von Zeit zu Zeit (½ Lachter) 1,046 Meter tiefe Klärsümpfe nöthig werden. — Beim Mansfeldischen Kupferschieferbergbau[3]) haben der Froschmühlenstolln und der Zabenstädter Stolln (1⅛ Lachter) 2,354 Meter Höhe und (⅝ Lachter) 1,308 Meter mittlere Weite, der tiefere Schlüsselstolln dagegen bis zum 24. Lichtloch (1¼ Lachter) 2,615 Meter Höhe, (¾ Lachter) 1,569 Meter mittlerere und (⅝

[2]) Max Nöggerath: der Steinkohlenbergbau des Staats zu Saarbrücken in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 3. B. S. 159.

[3]) Mentzel: Mansfelder Kupferschieferbergbau in berg- u. hüttenm. Ztg. v. Kerl u. Wimmer. Leipzig 1864. S. 301.

Lachter) 1,308 Meter Sohlenweite, welche Maasse vom 24. Lichtloch ab auf (1$\frac{3}{8}$ Lachter) 2,877 Meter Höhe und ($\frac{3}{4}$ Lachter) 1,569 Meter Sohlenweite vermehrt wurden, seit dem Jahre 1859 wurde sogar der Stolln zwischen dem 8. und 24. Lichtloch auf (1$\frac{1}{2}$ Lachter) 3,139 Meter Höhe und (1 Lachter) 2,092 Meter Sohlenweite erweitert, um eine genügende Wasserabführung zu bewirken. — Der früher auf fiscalische Rechnung betriebene Reinhold Forster Erbstolln bei Eiserfeld im Siegener Lande[4]), welcher auf (3600 Lachter) 7532 Meter Länge projectirt ist, hat eine Höhe von (126 Zoll) 3,295 Meter, wovon (72 Zoll) 1,883 Meter auf den Fahrraum, (6 Zoll) 0,157 Meter auf das Fördergestänge, (48 Zoll) 1,255 Meter auf die Wasserseige mit dem Deckgewölbe kommen, und eine mittlere Weite von (54 Zoll) 1,412 Meter mit doppelter (26 Zoll) 0,680 Meter in der Spur weiter Förderbahn; in der Wasserseige sind von (50 zu 50 Lachter) 104 zu 104 Meter Entfernung (5 Fuss) 1,569 Meter lange, (2$\frac{2}{3}$ Fuss) 0,837 Meter breite, (3 Fuss) 0,942 Meter tiefe Klärsümpfe angebracht. — Der Rothschönberger Stolln bei Freiberg ist (1$\frac{1}{2}$ Lachter) 3,139 Meter hoch und weit, der Ernst August Stolln im Harz (1$\frac{5}{16}$ Lachter) 2,746 Meter hoch und ($\frac{7}{8}$ Lachter) 1,831 Meter weit[5]).

Aehnlich sind auch die Dimensionen der Stolln, welche in Lagerstätten getrieben werden, zu wählen, wobei man aber immer die eigenthümliche Natur der Lagerstätten zu berücksichtigen hat; die Wasserseige legt man hier gern neben die Förderbahn, wenn dieselbe einspurig ist. — Die Wasserseige muss offen sein, um jeder Zeit schlämmen zu können, oder sie muss mit hohem Gewölbe bedeckt und dann mit Klärsümpfen versehen werden. Beim Aushauen der Wasserseige muss man vorsichtig verfahren, um das Gebirge ganz zu erhalten, damit die Wasser nicht durchfallen und in eine tiefere Sohle eindringen. Auch muss man die Wasserseige mit möglichst glatter Sohle und glatten Stössen herstellen, um Strudel und Wirbel der Wasser zu vermeiden; im Fahrraum ist die glatte Bearbeitung der Stösse weniger erforderlich. — Nach dem Berggesetz für das Königreich Sachsen vom 22. Mai 1851 müssen Erbstolln mindestens (1$\frac{1}{4}$ Lachter) 2,615 Meter Höhe haben und unten auf ($\frac{1}{2}$ Lachter) 1,046 Meter Höhe mindestens ($\frac{1}{2}$ Lachter) 1,046 Meter weit sein; die früher in Preussen geltenden Bergordnungen enthalten nur in so weit Bestimmungen über die Dimensionen der Erbstolln, als sie den Stöllner zum Stollnhieb berechtigen, im Uebrigen stellen sie nur die Bedingung, dass alle Wasser abfliessen und man zur Noth vor Ort fahren kann.

Das Ansteigen (die Rösche) verdient beim Auffahren des Stollns besondere Beachtung[6]). Auf todsöhliger Fläche fliessen die angefahrenen

---

4) Berggeist 1863. S. 309.

5) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1864. S. 269.

6) In anderem Sinne versteht man unter Rösche den vor dem Stollnmundloch hergestellten Graben, welcher zur Abführung der aus dem Stolln austretenden Wasser dient.

Wasser nicht ab, wenn nicht Druckhöhe vorhanden ist, man muss deshalb der Stollnsohle, beziehungsweise der Wasserseige vom Mundloche her ein Ansteigen geben. Je stärker dasselbe ist, desto schneller fliessen die Wasser ab, der Schlamm in denselben wird besser abgeführt, indem ihm keine Zeit zum Absetzen gelassen wird, aber es entsteht durch starkes Ansteigen Verlust an Seigerteufe beim Eintritt in die Lagerstätten; je geringer das Ansteigen ist, desto mehr stauen sich die Wasser, üben starken Druck auf die Sohle aus und setzen leicht Schlämme ab. Die früher in Preussen geltenden Bergordnungen erlaubten für Erbstolln ein Ansteigen von ($^1/_8$ bis $^1/_4$ Lachter auf 100 Lachter) 125 bis 250 Millimeter auf 100 Meter Länge d. i. $^1/_{800}$ bis $^1/_{400}$, meist giebt man aber weniger, Grubenstolln sind an diese Vorschrift nicht gebunden. — Die Stolln auf den Steinkohlengruben bei Saarbrücken, welche keine tiefere Lösung zulassen, haben ein Ansteigen von (5 Zoll auf 100 Lachter) $62^2/_3$ Millimeter auf 100 Meter oder $^1/_{1600}$, die übrigen von ($11^1/_8$ auf 100 Lachter) 138 Millimeter auf 100 Meter oder $^{89}/_{6400}$; nach dem sächsischen Berggesetz darf das Ansteigen (nicht unter 0,03 und nicht über 0,10 Lachter) nicht unter 30 und nicht über 100 Millimeter d. i. zwischen $^3/_{10000}$ und $^1/_{1000}$ betragen. Die Mansfeldischen Stolln haben ein sehr schwaches Ansteigen; der Froschmühlen Stolln (1 bis $1^1/_2$ Zoll auf 100 Lachter) 12 bis 18 Millimeter auf 100 Meter, der Zabenstädter Stolln nur (0,974 Zoll auf 100 Lachter) 12 Millimeter auf 100 Meter, der Schlüsselstolln (97 Zoll auf 8600 Lachter oder 1,728 Zoll auf 100 Lachter) 22 Millimeter auf 100 Meter. So haben auch die Stolln bei Schemnitz in Ungarn nur ein Ansteigen von $^1/_{6000}$. Bei dem österreichischen Salzbergbau[7]) dagegen giebt man den Stolln zu Ischl $^1/_{50}$ bis $^1/_{33}$, dem Theresienstolln daselbst fast $^1/_{30}$, ebenso den Stolln in den übrigen Salzbergen, nur der Stolln im Dürrenberge bei Hallein hat ein geringeres Ansteigen von $^1/_{72}$; man ist hier allerdings genöthigt, die Wasser schnell abzuführen, doch hat man sicher zu hoch gegriffen. Der über 2 Meilen lange Ernst-August-Stolln im Harz hat ein Ansteigen von (5,4 Zoll auf 100 Lachter) 67 Millimeter auf 100 Meter. — Uebrigens hat man bei der Wahl des Ansteigens überall die Art der Förderung im Stolln zu berücksichtigen. Die Flügelörter erhalten meist ein stärkeres Ansteigen, als die Hauptstolln. Stufen, Gesprenge sind bei Erbstolln nach den alten Bergordnungen nur mit Erlaubniss der Behörde gestattet und dann grösstentheils nur zum Schutz der Hauer vor Ort, auch wohl, wenn aus dem Hauptstolln, der viele Wasser führt, ein Nebenstolln abgeht, welcher weniger Wasser aufnimmt, damit die Wasserspiegel möglichst gleiches Niveau erhalten.

Die Controle des Betriebes erfolgt in Bezug auf die Dimensionen durch häufiges Nachmessen, in Bezug auf die Richtung durch Aushängen

[7]) Huyssen: Der Salzbergbau in Deutsch-Oesterreich in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 2. B. S. 8.

und Beobachten der Brahme; das Ansteigen wird durch den Arbeiter mittelst Setzwage und langer Fusslatte controlirt, durch Nivelliren Seitens des Markscheiders bei Gelegenheit des Nachtragens; auch die Beobachtung des Wasserstandes bietet eine indirecte Controle.

Die Beschleunigung des Stollnbetriebes, welche in den meisten Fällen wünschenswerth ist, erfolgt durch verschiedene Mittel: 1. durch stärkere Belegung, indem man die Arbeiter nur kürzere Zeit vor Ort und häufiger abwechseln lässt, doch steigt die Leistung nicht im Verhältniss zur Vermehrung der Arbeiter; 2. durch Voraustreiben eines Einbruchortes oder Sitzortes, bei Tunneln Directionsort, Richtort, Richtstolln genannt, was aber nur bei grossen Dimensionen möglich und dabei kostbar ist; 3. durch den Betrieb von Gegenörtern: man teuft in der Richtungslinie des Stollns seigere oder tonnlägige Lichtlöcher, mit Wasserhaltung versehene Schächte ab, welche zum Theil auch der Wetter wegen nothwendig werden würden, und stellt dieselben so, dass sie nicht unmittelbar auf den Stolln zu stehen kommen, sondern erst durch eine kurze Verbindungsstrecke mit diesem durchschlägig werden; die Entfernung solcher Lichtlöcher war früher (50 bis 100 Lachter) 105 bis 209 Meter, jetzt (3 bis 400, und nicht über 1600 Lachter) 628 bis 837 und nicht über 3348 Meter. Sobald das Lichtloch die Sohle des Stollns und das Verbindungsort die Stollnrichtung erreicht hat, wird von hier aus dem vom Mundloche her kommenden Hauptorte entgegengefahren und gleichzeitig in der Richtung des Hauptortes ins Feld aufgehauen, nach beiden Seiten hin, bis der Durchschlag mit dem entgegenkommenden Orte erreicht wird. Solcher Gegenortsbetrieb ist bei den Stolln im Mansfeldischen seit langen Jahren ausgedehnt durchgeführt; der Ernst-August-Stolln wurde von 10 Punkten aus mit 9 Oertern und 9 Gegenörtern betrieben und obwohl dieselben nicht alle gleichzeitig belegt werden konnten, in einer Länge von (5432 Lachtern) 11366 Metern binnen 12 Jahren und 11 Monaten vollendet. Schwierig ist dabei die Innehaltung der Richtungslinie, schwieriger noch die des gleichmässigen Ansteigens, was nur durch die aufmerksamsten und wiederholten markscheiderischen Angaben und Controlirung der ausgehängten Brahmen zu erreichen ist; dabei ist das Einschlagen des höheren, also vorwärts liegenden Orts mit etwas tieferer Sohle nicht so unangenehm, als das Umgekehrte, doch muss man suchen, auch jenes nach Möglichkeit zu vermeiden.

Die Art des Betriebes erfolgt im Gestein in der Weise, dass in der ganzen Ortsbreite in einer dazu geeignet befundenen Schicht Einbruch gewonnen wird, was meistentheils mittelst Schiessarbeit, seltener mittelst der Keilhaue oder Schlägel und Eisen zu geschehen hat; demnächst wird in gleicher Weise das über oder unter dem Einbruch in der Ortshöhe anstehende Gestein in angemessenen Strossen nachgenommen; am zweckmässigsten ist es, wenn der Einbruch in oder nahe in die Sohle gelegt werden kann, weil die Firstenstrossen leichter zu bearbeiten sind. Dabei

rücken der Einbruch und die zunächst belegenen Strossen den Firstenstrossen voraus, wodurch es möglich wird, eine grössere Anzahl Arbeiter gleichzeitig anzulegen. Die Wasserseige wird nach Ausgewinnung der ganzen Ortshöhe und mit besonderer Sorgfalt hergestellt. Innerhalb der Lagerstätten richtet sich die Arbeit nach der Natur derselben; wodurch die Art und Weise der Gewinnung bestimmt wird; auch ist dabei massgebend, ob die Mächtigkeit der Lagerstätte für die Ortsdimensionen hinreicht, oder ob noch ein Theil des Nebengesteins hereingenommen werden muss, im letzteren Fall dient die Ausgewinnung der Lagerstätte als Einbruch. Wenn der Stolln durch lockeres, gebräches oder gar schwimmendes Gebirge, andrerseits durch alten Mann hindurchgetrieben werden muss, hat man Abtreibezimmerung anzuwenden, welche aber erst in einem späteren Abschnitt zur Erörterung gezogen werden kann. Man muss den Stolln von vorn herein so herstellen, dass er dauerhaft steht und möglichst wenig Reparaturen erfordert. Zu dem Zwecke zieht man in festem, ganzem Gestein die Stösse nach der Firste etwas zusammen und giebt dem Profil eine Spitzbogenform; wo man nach den Erfahrungen ein allmähliges Druckhaftwerden des Gebirges vermuthen muss, oder wo das Gebirge schon beim Auffahren sich weich und unganz zeigt, hat man das Ort auszukleiden, wozu man für wichtige, lange offen zu haltende Stolln besser Mauerung, als Zimmerung wählt und diese unmittelbar nach dem Auffahren des Raums einbringt, indem durch schnelle Ausführung der Mauer und Bekleidung des Gesteins dessen Verwitterung und so dem Wirksamwerden des Drucks vorgebeugt wird. Auch das Tragewerk wird der Auffahrung des Orts unmittelbar nachgeführt, um schon während des Betriebs die Fahrung und vorzugsweise die Förderung zu erleichtern. Wo ein Stollnstück in Bruch geräth, thut man gut, dasselbe in ganzes Gebirge zu verlegen, indem man ein Umbruchsort treibt, welches vor dem zusammenbrechenden Stollnstück einen Hilfsstolln im Hauptstolln ansetzt und denselben jenseits der Bruchstelle wieder in den Hauptstolln münden lässt.

Wenn die Lagerstätten über einer Stollnsohle dem völligen Verhau ausgesetzt sind, holt man wohl in vielen Fällen einen tieferen Stolln heran, der in der Regel viel länger, als der obere, wird, wenn nicht sehr scharf ansteigendes Gebirge vorhanden ist, wie beim Bergbau im Salzthongebirge Deutsch-Oesterreichs[8]); ein solcher Stolln ist dann viel kostspieliger und bringt oft nur mässige Seigerteufe ein, weshalb man seinem Betriebe eine sorgfältige Erwägung über seine Rentabilität vorhergehen lassen muss, ob nicht die Anlage eines Tiefbaues, wie in sehr vielen Fällen, vorzuziehen sein wird. Mehre Stolln untereinander zerlegen das Gebirge gewissermassen in Etagen und erfüllen dann Aehnliches, wie die Sohlen in Tiefbauanlagen, auf welchen Gegenstand zurückzukommen ist.

[8]) Huyssen a. a. O. Bd. 2. B. S. 7.

### B. Schächte.

Die Schächte dienen zur Ausrichtung:

1. unter Stollnsohlen,
2. im unverritzten Gebirge.

Die Ausrichtung durch Schächte unter Stollnsohlen wird nothwendig nach Erschöpfung der gangbaren Sohlen oder wenn die Heranholung des neuen tieferen Stollns zu viel Zeit erfordert, so dass die Grube inzwischen zum Erliegen kommen würde; hier etablirt man also einen provisorischen Tiefbau.

Die Ausrichtung durch Schächte im unverritzten Gebirge wird nothwendig bei ganz flacher Gestalt der Oberfläche, bei söhliger oder fast söhliger Lagerung, wie bei dem Steinkohlenbergbau in der Nähe von Newcastle, bei Bedeckung der Lagerstätten mit jüngerem Gebirge, wie bei den Steinkohlenflötzen unter dem Kreidemergel in Westfalen.

Mittelst der Schächte bewirkt man im Allgemeinen die Ausrichtung schneller, als mittelst Stolln, sie geben mit derselben Seigerteufe um so mehr Feld auf der Lagerstätte, je flacher die Neigung derselben ist. Ausser zur Ausrichtung dienen die Schächte zu manchen anderen Zwecken, wie zur Förderung, Wasserhaltung, Wetterführung, Fahrung, auch zur Unterstützung des Betriebes bei Stollngruben, wo deren Zahl sogar grösser zu sein pflegt, als bei Tiefbauen.

Tiefbauschächte müssen, ähnlich wie Stolln, Veranstaltungen haben zur Förderung, Fahrung, zur Wetterführung wenigstens während des Abteufens und der ersten Zeit des Betriebes, ausserdem zur Wasserhaltung. Oft vereinigt ein Tiefbauschacht alle diese Zwecke gleichzeitig für ein bestimmtes Grubenfeld, in anderen Fällen sind diese Veranstaltungen auf zwei oder mehre Schächte vertheilt, wo man wohl Hauptschacht und Neben- oder Hilfsschacht unterscheidet. Werden mit dem Schacht verschiedene Zwecke verfolgt, so theilt man ihn in entsprechende Abtheilungen, Trümmer (Trümer) genannt.

Auf Einzelzwecke beziehen sich Benennungen, welche auch auf beschränktere Schachtanlagen Anwendung finden, wie: Förderschacht (Treibschacht, Ziehschacht, Göpelschacht), Kunst- oder Pumpenschacht, Fahrschacht, Wetterschacht; zu beschränkten Zwecken hat man: Seilschächte, in denen das Förderseil geht, Stangenschächte, in denen das Pumpengestänge eingebracht ist, Rollschächte, in denen die gewonnenen Massen von einem oberen Gewinnungspunkte zur unteren Sohle abgestürzt werden, Bremsschächte, in denen die gewonnenen Massen in Fördergefässen mittelst Bremsvorrichtung von Oben her zur Förderungsohle herabgelassen werden, Hängeschächte zum Einhängen von Holz und anderen Materialien in die Grube, Streckenschächte zur Verbindung über einanderliegender Strecken unter Tage, Gesenkschächte zum Niedergehen unter die vorhandene Bausohle.

Dem mit bestimmter Absicht angelegten Schachte steht gegenüber

der Versuchsschacht (Schurfschacht), welcher zur Aufsuchung von Lagerstätten oder Untersuchung deren Lagerungsverhältnisse abgeteuft wird, dem Tiefbauschacht der Stollnschacht (Lichtloch), welcher zur Unterstützung des Stollnbetriebs dient.

Die Hängebank der Schächte entspricht dem Mundloch der Stolln und ist die Oeffnung der Schächte über Tage; man erhöht die Schächte über die Oberfläche, man versieht sie mit einer Aufsattelung, indem man die Hängebank einige Lachter über den Erdboden aufzieht, um Raum für das Abstürzen der Berge (Haldensturz) zu gewinnen und die zu Tage geförderten Mineralien bequem ausstürzen zu können. Ein blinder Schacht ist ein solcher, welcher nicht zu Tage führt, der also keine eigentliche Hängebank hat.

Der Richtung nach hat man zu unterscheiden: seigere, geneigte, gebrochene Schächte. Die Schächte stehen entweder im Gestein, wobei das Durchteufen einer Lagerstätte nicht in Betracht kommt, oder in der Lagerstätte oder theils im Gestein, theils in der Lagerstätte. Schächte im Gestein sind mit seltenen Ausnahmen seiger, auch innerhalb zu Tage tretender stockförmiger Massen teufte man in früherer Zeit wohl seigere Schächte ab, doch ist man davon jetzt zurückgekommen. Geneigte Schächte treibt man meist in plattenförmigen Lagerstätten, wo sie dann der Falllinie derselben folgen, ist dies ausnahmsweise nicht der Fall, dann nennt man sie Schleppschacht. In Erzrevieren beim Gangbergbau unterscheidet man wohl seigere Schächte von 75 bis 90 Grad Neigung, tonnlägige von 15 bis 75 Grad, flache unter 15 Grad Neigung; seigere Schächte im Gestein heissen dann Richtschächte. Besser ist es, allgemein die geneigten Schächte tonnlägige oder flache zu nennen, wenn man die letztere Bezeichnung nicht für die seltenen geneigten Schächte im Gestein vorbehalten will. Seigere Schächte sind zur Ausrichtung unentbehrlich: bei der Durchteufung lockerer Massen (Senkschächte), wenn jüngere Formationen die Lagerstätten überlagern, wenn Wasser abzusperren sind, bei gefaltetem Schichtenbau, bei sehr flacher, söhliger oder fast söhliger Lagerung, bei häufigem Wechsel der Neigung und Störungen der Lagerstätten. Sie haben den Vortheil, dass sie eine gewisse Tiefe auf dem kürzesten Wege erreichen, was auch wichtig für Förderung und Wasserhaltung ist, dass sie grössere Haltbarkeit, schon wegen der lothrechten Stösse, besitzen, dass sie einen Minderaufwand an Materialien zur Unterstützung und Befestigung der Stösse, bei der Förderung, Wasserhaltung bedürfen, dagegen führen sie den Nachtheil mit sich, dass sie grössere Anlagekosten verursachen und die Gebirgsschichten durchschneiden, daher Wasser zuführen. Dennoch bleiben sie immer die Regel, die tonnlägigen die Ausnahme. Dieselben waren in früherer Zeit wegen Verleihung des Bergwerkseigenthums nach gestreckter Vermessung und in kleinen Feldern häufiger und vorherrschend, weil in solchen Feldern die Abteufung eines seigeren Schachtes nicht lohnte oder innerhalb des

Feldes gar nicht möglich war. Als Vortheile der tonnlägigen Schächte werden bezeichnet: die Gewinnung von Mineralien schon während des Abteufens des flachen Schachtes, was sich aber durch die für den Schacht stehen zu lassenden Sicherheitspfeiler reichlich ausgleicht, ferner die Untersuchung über die Natur der Lagerstätte, in welcher der Schacht abgeteuft wird, weiter die Möglichkeit aus dem Schacht mit Strecken ansitzen, also die Vorrichtung erleichtern zu können, was wie die Untersuchung der Lagerstätte sich immer nur auf die eine, in welcher der Schacht steht, bezieht; sind mehre Lagerstätten vorhanden, so greifen für diese jene Vortheile nicht Platz, indem vom Schachte aus die übrigen Lagerstätten immer erst durch Querschläge besonders ausgerichtet werden müssen; der flache Schacht bleibt bei gestreckter Vermessung im eigenen Felde; als wichtigster Vortheil ist der zu bezeichnen, dass die Wasserzugänge geringer sind, weil die Gebirgsschichten nicht durchschnitten werden, was von Bedeutung ist, wenn man unter Wasseransammlungen bauen will. Die Nachtheile der tonnlägigen Schächte bestehen: in Verlust an Pfeilern, Vermehrung der flachen Teufe verglichen mit der erlangten Seigerteufe, wodurch grösserer Materialaufwand und höhere Förder- und Seilkosten entstehen, was um so mehr hervortritt, je schwächer die Neigung ist; die flachen Schächte sind wandelbarer, ihre Befestigung schwerer aufrecht zu halten, als bei seigeren Schächten; sie können unter Umständen, bei stark wechselndem Fallwinkel, bei Störungen in der Lagerstätte sehr kostspielig werden. Sie sind daher für wichtige Anlagen als Ausnahmen zu betrachten und müssen durch concrete Verhältnisse gerechtfertigt werden, für Geviertfelder und grosse Grubencomplexe ist nur der seigere Schacht angemessen; nicht selten aber kommen die flachen Schächte unter Tage als blinde Schächte vor, tragen dann aber häufig nur den Charakter abfallender Strecken, geneigter Ebenen in England.

Die dritte Art von Schächten, die gebrochenen, sind zur eigentlichen Ausrichtung nicht häufig, da sie die Förderung erschweren, besonders gestaltete Fördergefässe und specielle Vorrichtungen am Brechungspunkte bedingen, zur Förderung im Gestell ungeeignet sind, auch für die Wasserhaltung ist ein Bruch im Gestänge erforderlich, was den Betrieb erschwert. In den meisten Fällen dient der seigere Theil des Schachtes nur zum Aufwärtsleiten der Seile, der Kunstgestänge, der Stangenvorgelege u. dgl. m. Ist der seigere Schacht wenig tief, so nennt man ihn in Sachsen vorgeschlagener Schacht.

Der Grundriss der Schachtscheibe.

1. Tonnlägige Schächte sind wohl immer rechteckig, wenn nicht etwa die Lagerstätte eine bedeutende Mächtigkeit hat und dann ganz weggenommen wird; durch Einbringung von Mauerung kann der Grundriss allerdings später geändert werden. Der lange Stoss wird in das Streichen der Lagerstätte gelegt, da als Regel gilt, die Achse des Schachtes parallel der Falllinie zu halten. Da die Lagerstätte nicht überall gleiche Neigung

hat, so ist häufig eine Ausgleichung der Tonnlage erforderlich, was durch Nachreissen des Nebengesteins geschieht; wenn dies aber nicht möglich ist, so erfolgt eine Abrundung der Bruchstellen in der Neigungslinie und ein allmäliges Ausgleichen der verschiedenen Neigungen; dabei hat man zu beobachten, dass ein convexer Bruch im Liegenden besser ist, als im Hangenden.

2. Bei gebrochenen Schächten ist der seigere Theil meist dem tonnlägigen angepasst, daher rechteckiger Grundriss mit dem langen Stoss im Streichen.

3. Seigere Schächte haben sehr verschiedene Formen.

*a*) Die rechteckige Form gilt als die beste in Bezug auf die Schachtzwecke und die regelrechte Eintheilung in Trüme, sie ist anwendbar, wenn das Gestein gesund ist, keine Wasser oder nur mit geringem Drucke abzusperren sind und die Befestigung der Stösse durch Holz erfolgt. Den langen Stoss legt man ins Quergestein, weil der stärkste Druck sich im kurzen Stosse äussert, dies ist indess um so weniger nöthig, je flacher das Fallen der Gebirgsschichten ist.

*b*) Nächstdem wendet man quadratische oder angenähert quadratische Form an, wobei die Unterstützung nach allen Seiten gleichen Widerstand leisten kann; dabei ist die spiesswinkelige Stellung zu vermeiden wegen des schwierigeren Einbruchs und des kostbareren Abteufens.

*c*) Die runde Form ist sehr vortheilhaft wegen Abhaltung des Drucks, auch geht das Abteufen schneller und billiger, weil das Ausarbeiten der Ecken bei rechtwinkeligem Grundriss besondere Sorgfalt erfordert. Man ist in Deutschland bislang gegen die runden Schächte eingenommen gewesen, weil ein Theil der Schachtscheibe angeblich nicht nutzbar gemacht werden kann, indem die Schachtzimmerung zur Eintheilung der Trümer Segmente der Schachtscheibe nutzlos abschneidet; in England, wo die runde Form die gebräuchlichste ist, umgeht man diesen Verlust, indem man jene Zimmerung zum Theil vermeidet; jedenfalls kann man sich helfen, dass man nur die Fördertrüme rechteckig oder quadratisch durch Zimmerung abgränzt, die Trüme für die übrigen Zwecke aber durch die Peripherie des Schachtes theilweise begränzen lässt. Auch in Deutschland befreundet man sich in neuerer Zeit mit den runden Schächten mehr und mehr und erkennt ihre grossen Vortheile an. Wetterschächte teuft man gern und in der Regel rund ab, mögen sie im Gestein stehen oder ausgemauert werden müssen, weil dadurch dem sich in ihnen bewegenden Wetterstrom der geringste Widerstand geboten wird.

*d*) Die elliptische Form kommt meist nur in Verbindung mit Mauerung vor; ist nur Gebirgsdruck abzuhalten, so kommt die lange Achse ins Quergestein. Die elliptischen Schächte haben im Allgemeinen dieselben und wegen der theilweise bedeutenderen Krümmung der Peripherie grössere Unbequemlichkeiten, als die runden, ohne deren Vorzüge.

In manchen Fällen ist für die Wahl des Grundrisses das Unter-

stützungsmaterial und das Bedürfniss zur wasserdichten Auskleidung entscheidend. Wasserdichte Schächte macht man:

1. bei Zimmerung und horizontaler Holzlage
   *a*) rechteckig bei mässigem Druck,
   *b*) quadratisch bei stärkerem Druck,
   *c*) regelmässig golygonal, als Uebergang zur runden Form, unter bedeutenden Druckhöhen, wie in Belgien, Steinsalzschacht zu Artern,
   *d*) rund bei fassartiger Zimmerung, wie die älteren Bohrschächte von Kind;
2. bei Mauerung:
   *a*) rechteckig mit vier bogenförmigen Mauern bei mässigem Druck,
   *b*) quadratisch mit eben solchen Mauern bei stärkerem Druck,
   *c*) rund für bedeutenden Druck,
   *d*) elliptisch in ähnlichen Fällen, doch ist diese Form, wie schon erwähnt, unzweckmässig,
3. bei Eisen ist allein die runde Form anwendbar.

Dieselben Formen in Bezug auf die verschiedenen Materialien werden auch für Senkschächte, welche durch schwimmendes Gebirge hindurch getrieben werden, benutzt, will man aber ausbaggern und in todtem Wasser senken oder ist die Mächtigkeit bedeutend, dann kann man nur die runde Form wählen.

Die symmetrisch achteckige Form kommt vor bei der verlorenen Zimmerung, wenn man später mit vier Mauern abschliesst und die äusseren Ecken abstutzt; mauert man erst später ganz von Unten herauf, so ist die verlorene Zimmerung auch wohl regelmässig achteckig.

Die Dimensionen des Schachtes und die Aneinanderreihung der Trüme sind sehr verschieden und richten sich nach der Natur des Bergbaues, nach den benutzten Umtriebsmaschinen, ob Dampf- oder hydraulische Maschinen. Ein vollständiger Tiefbauschacht enthält aber mindestens 2 Fördertrüme, 1 Kunsttrum und meist 1 Fahrtrum; in England hat man auch eintrümige Förderschächte, wo dann häufig von einer Dampfmaschine 2 oder auch mehre solcher Schächte betrieben werden. Will man in einem eintrümigen Förderschacht mit 2 Fördergefässen fördern, so muss man an der Stelle, wo sich dieselben begegnen, eine Ausbauchung (meeting) anbringen[9]). Die Berechnung der Dimensionen muss für jeden concreten Fall besonders vorgenommen werden.

Als Beispiele von dem Querschnitt und den Dimensionen mögen folgende dienen.

Fig. 113. Skalleyschacht No. I. auf der Steinkohlengrube Duttweiler bei Saarbrücken hat nur 2 Fördertrüme für 2 nebeneinander stehende Förderwagen von je 10 Centner Ladung.

---

[9]) Serlo, v. Rohr, Engelhardt: Der Steinkohlenbergbau in England und Schottland in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 10. S. 87.

Fig. 113.

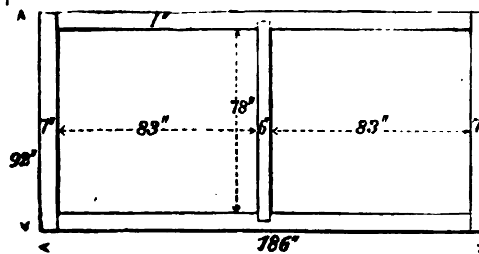



Fig. 114. Skalleyschacht No. II. ebendaselbst enthält in A und B 2 Fördertrüme, in C den Fahr- und Pumpenschacht; in den Förderschächten gehen Fördergerippe, welche 4 Förderwagen von je 10 Centner Ladung in 4 übereinander stehenden Etagen aufnehmen können.

Fig. 114.

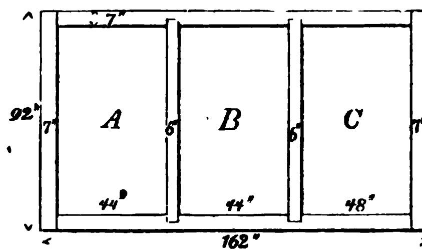



Fig. 115. Der alte Schacht auf der Steinkohlengrube Constantin der Grosse bei Bochum ist mit 4 bogenförmigen Scheibemauern ausgemauert.

Fig. 115.

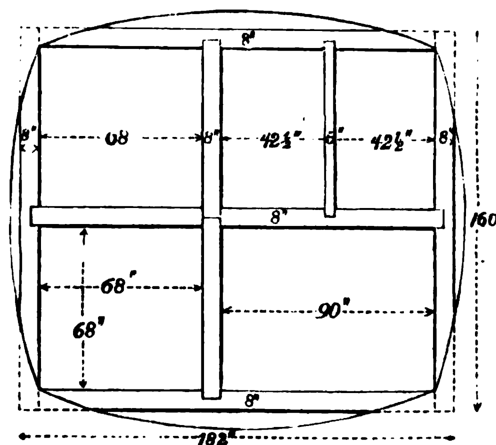


Fig. 116. Der runde Schacht der Steinkohlengrube Monkwearmouth bei Sunderland hat oben ($11^2/_3$ Fuss) 3,662 Meter, unten ($13^1/_2$ Fuss) 4,237 Meter Durchmesser, A und B sind Förderschächte, C war früher Pumpenschacht und dient jetzt zur Niederführung des Seils für die unterirdische Seilförderung, welche durch eine Maschine über Tage betrieben wird.

Fig. 116.

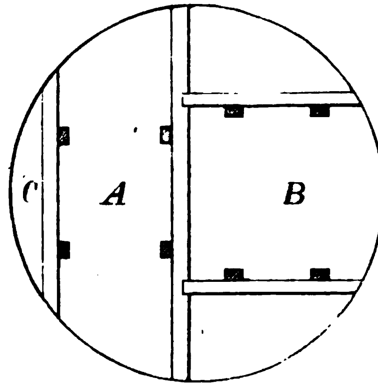



Fig. 117. In dem runden Schacht der Steinkohlengrube Ferry Hill bei Durham sind A und B Förderschächte mit je 2 Fördertrümen, C ist Wasserhaltungsschacht.

Fig. 117.

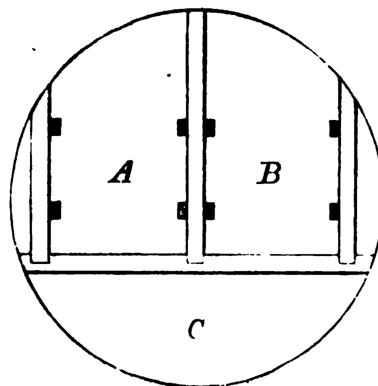



Fig. 118. Der Schacht der Steinkohlengrube Hibernia, bei Gelsenkirchen in Westfalen hat (11 Fuss 7,8 Zoll) 3,627 Meter im Durchmesser, enthält in A das Fördertrum für 2 hintereinander stehende Förderwagen von 7 Scheffel Ladung, B ist Kunstschacht, C Fahrschacht.

Fig. 118.

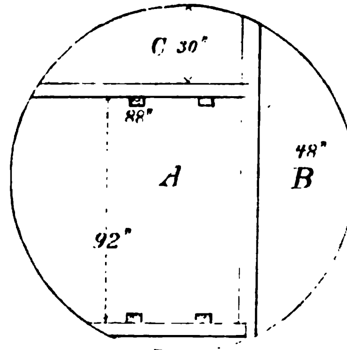



Fig. 119. Auf der Steinkohlengrube Shamrock bei Herne in Westfalen hat der (12 Fuss $7\frac{1}{2}$ Zoll) 3,962 Meter weite Schacht ähnliche Verhältnisse; der Förderschacht A dient gleichfalls für 2 hinter einander stehende 7 Scheffelwagen, B soll Fahrschacht sein, C ist Wetterschacht, D Pumpenschacht.

Fig. 119.

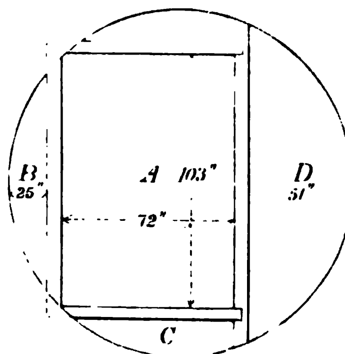
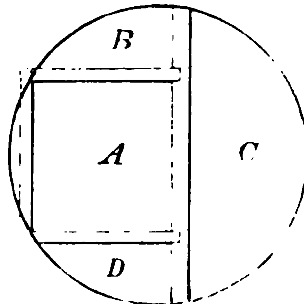


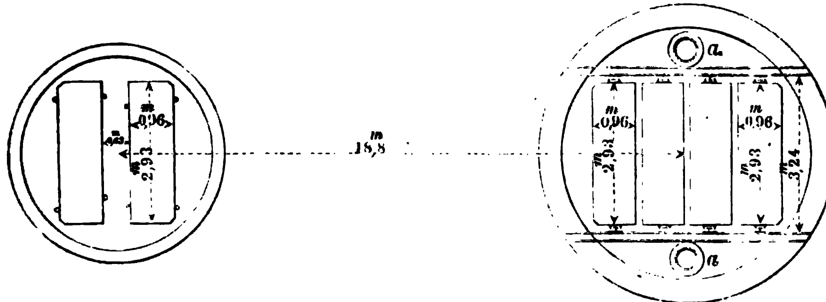

Fig. 120. Auf der Steinkohlenzeche Dahlbusch bei Gelsenkirchen hat der rund abgebohrte Schacht (11 Fuss 2 Zoll) 3,505 Meter Durchmesser, A ist Förderschacht, B Fahrschacht, C Kunstschacht, D Wetterschacht.

Fig. 120.



Auf den fiskalischen Steinkohlengruben Königsgrube und Königin Luise Grube in Oberschlesien sind zur Zeit je zwei zu einem System gehörende runde Schächte nach englischer Methode in der Abteufung begriffen. Auf Königin Luise Grube liegen die beiden Schächte Fig. 121 im Mittel 18,8 Meter auseinander, der eine hat einen Durchmesser von

Fig. 121.




5,18 Meter, der andere von 3,93 Meter. Der Letztere soll ausser zur Förderung als ausziehender Wetterschacht benutzt werden, und sind deshalb zur Leitung der Förderschalen Drahtseile angebracht; in dem Hauptförderschacht sind zur Anbringung der Leitungen für 4 Förderschalen Schachtscheider eingebaut, die durch dieselben abgetheilten Segmente dienen zum Einbau der 0,470 Meter weiten Pumpensätze a, welche durch unterirdisch einzubauende Wasserhaltungsmaschinen betrieben werden sollen, also keines Gestänges bedürfen.

Fig. 122.

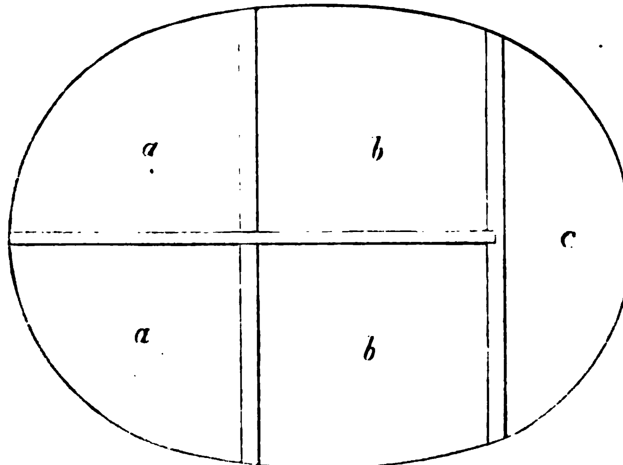



Fig. 122. Der elliptische Schacht zu Abercarne in Südwales hat (22 Fuss) 6,905 Meter in der langen, (16 Fuss) 5,022 Meter in der kurzen Achse, aa und bb sind Förderschächte, c ist Pumpenschacht.

Man sieht aus diesen Beispielen, wie die runde oder elliptische Schachtform nicht hindert, die ganze Schachtscheibe nutzbar zu machen.

Im Mansfeldischen und auch anderwärts befolgt man gern das Princip, dass man vom Fahrschacht aus leicht zu den übrigen Schachtabtheilungen gelangen kann, so ist

Fig. 123 der Querschnitt des Schachtes Schmidt bei Eisleben, wo A den Fahrschacht, B und C die Förderschächte, D den Schacht für eine Fahrkunst, E den Pumpenschacht bildet.

Fig. 123.

Auch im Mansfeldischen hat man in neuerer Zeit vielfach die runde Schachtform gewählt[10]).

Wahl des Schachtpunktes. Der Schacht ist möglichst in die Mitte des Grubenfeldes zu legen, dabei ist aber Rücksicht auf die Lagerstätten zu nehmen; wo viele Gänge zugleich im Grubenfelde auftreten, wird man den Schacht in die Nähe dieses Punktes zu setzen haben; wo die Lagerstätte eine Mulde innerhalb des Grubenfeldes macht, wird man den Schacht in das Muldentiefste bringen müssen. Wenn nur eine oder wenige Lagerstätten auszurichten sind, hat man den seigeren Schacht so zu stellen, dass er dieselben in einer gewissen Teufe durchschneidet, um die Ausrichtungsquerschläge gleichmässig lang zu machen. Ferner ist Rücksicht auf die Transport- und Absatzwege zu nehmen, welche für grosse Stein- und Braunkohlengruben oft allein entscheidend sind, weil man mit dem Schacht sich unmittelbar an Eisenbahn-, Kanal- und Chausseeanlagen anschliessen muss. Ferner muss man auf guten Haldensturz Bedacht nehmen, um nicht zu hoch aufsatteln zu müssen; auch für bequemen Abguss der Wasser muss man Sorge tragen, wenn nicht etwa auf einer Stollnsohle abgegossen wird. Alte Baue muss man mit dem Schacht zu vermeiden suchen, ebenso gestörtes und druckhaftes Gebirge. Endlich hat man auch dem Schachte eine solche Stellung zu geben, dass er vor dem Eindringen von Tagewassern und plötzlichen Wasserfluthen gesichert ist.

Bei grossen Grubenfeldern legt man gern einen besonderen Kunstschacht und einen oder mehrere Förderschächte an, deren Ansatzpunkte je nach den verschiedenen Momenten auszuwählen sind.

---

[10]) Erdmenger: der Mansfeldische Kupferschieferbergbau in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 19. B. S. 232.

## Methoden des Abteufens.

### I. Für seigere Schächte.

Die Abteufungsweise seigerer Schächte richtet sich nach der Beschaffenheit des Gebirges, ob dasselbe standhaft, locker oder schwimmend ist, nach dem Vorhandensein von Wassern, und ob diese abzusperren sind, und dann im Detail nach der Art der Unterstützung. Die Wasserhaltungsvorrichtungen sind dabei abhängig von der Wassermenge, indem mässige Wassermassen durch Ziehen mit dem Fördergefässe beseitigt werden können, für stärkere Wassermengen wendet man, namentlich in oberen Teufen, Handpumpen an, für grössere Tiefen muss man sich des Pumpens mittelst Maschinen bedienen.

Beim gewöhnlichen Abteufen, wo man keine wasserdichte Auskleidung nöthig hat, erfolgt die Unterstützung der Schachtstösse durch Zimmerung, welche in einzelnen Stücken von Unten nach Oben eingebaut wird; ähnlich bringt man auch in runden Schächten Mauerung mit eingelegten Holzkränzen von Unten nach Oben stückweise ein, wo die Mauerung vorzugsweise dazu dient, die Schachtwand vor Verwitterung zu schützen, die hölzernen Kränze aber zur Befestigung der Zimmerung für die Schachttrüme. — Wasserdichte Zimmerung und Mauerung wird innerhalb der ursprünglichen (verlorenen) Zimmerung, falls dieselbe wegen zu grossen Drucks nicht wieder gewonnen werden kann, von Unten nach Oben aufgeführt, wenn eine wassertragende Gebirgsschicht mit dem Abteufen erreicht ist.

Zur Wassergewältigung mittelst Maschinen werden entweder fest verlagerte Pumpen nachgeführt, deren Verlängerung erfolgt, indem, sobald das Abteufen um die Länge eines Pumpenrohres fortgeschritten ist, ein solches unten an das zuletzt eingebaute Aufsatzrohr angesetzt wird; während des Abteufens um diese Länge ist unten der sogenannte Schläucher angebracht, welcher durch ein Auszugrohr verlängert werden kann und als Saugrohr, sowie als Kolbenrohr dient. In Schlesien hat man bewegliche Sätze an Senkzeugen,[11]) in Belgien zwischen Gestängen und an Schrauben, in England an Seilen hängen,[12]) wobei überall die Verlängerung der Aufsatzröhren oben erfolgt.

Bei starkem Andringen der Wasser sperrt man dieselben durch stückweise Cuvelirung in Holz, wie in Belgien, im Mansfeldischen, beim Steinsalzschacht in Artern u. a. O., oder in Eisen, wie in England, in neuerer Zeit in Westfalen, in Oberschlesien ab; am wenigsten hat sich die Absperrung durch stückweise Aufführung wasserdichter Mauerung bewerkstelligen lassen. Es ist hierzu nöthig, dass eine ganz oder theilweise

---

[11]) v. Carnall bergm. Taschenbuch III. S. 202. — Jahrb. des schles. Vereins f. B.- u. H.-Wesen Bd. 1. S. 173.

[12]) Serlo, v. Rohr, Engelhardt a. a. O. S. 56.

wassertragende Schicht beim Abteufen gewonnen wird, um auf dieser die Cuvelirung zu gründen. Hierbei sind nur hängende Sätze gut anwendbar, weshalb man sie auch in England fast allgemein findet.

Das Abteufen im schwimmenden Gebirge erfolgt:

1. Durch Abtreibearbeit, wobei stets die Wasser von der Sohle fortgehoben werden müssen.
2. Durch eigentliche Senkschächte:
   *a*) mit Wasserhaltung und Fortnehmen der Massen auf der Sohle;
   *b*) durch Senken der Auskleidung, welche in Mauerung, selten in Zimmerung, in Gusseisen, selten in Eisenblech besteht, im todten Wasser und Wegnahme der festen Massen durch Sackbohrer (siehe oben S. 56); dabei sinkt die allmälig höher aufzuführende Auskleidung von selbst immer tiefer ein, wobei man für ein senkrechtes Sinken Sorge zu tragen hat; geht das Sinken nicht freiwillig vorwärts, so muss man die sinkende Bekleidung mit Gewichtsmassen beschweren, seltener schreitet man zum Einrammen oder Einpressen, was nur bei Anwendung von Eisenblech und geringem Durchmesser bisher geschehen ist;
   *c*) die eigentliche Senkarbeit mit comprimirter Luft als Mittel zur Wasserzurückdämmung ist bisher nur zu Seraing angewendet worden, sonst bedient man sich dieses Mittels nur, um den Anschluss anderer Auskleidungen des Schachtes an das feste Gestein zu bewirken;
   *d*) Guibal's neue Methode.

   Die specielle Ausführung dieser Arbeiten wird später in dem Abschnitt über Grubenausbau erörtert werden, hier sei nur noch erwähnt, dass bei allen Senkschächten mit Wasserhaltung die Pumpen in Gerüsten, welche über Tage aufgestellt sind, hängen.

Das Abbohren von Schächten in festem Gestein ist für Tiefbauschächte zuerst von Kind in grossem Maassstabe versucht, um während des Abteufens die Wasserhaltung zu ersparen und die Verdichtung, welche in Holzfässern und nachherigem Cementausguss bestand, von Oben her einbringen zu können. Der Grundriss ist natürlich immer rund. In solcher Weise ist der Schacht der Steinkohlengrube Leopold bei Gelsenkirchen niedergebracht, ohne vollständig wasserdicht gelungen zu sein; Versuche bei Stiringen unweit Saarbrücken haben nicht zum Ziele geführt, wogegen in neuerer Zeit unter Benutzung eiserner Auskleidung derartige Schächte mit Glück ausgeführt sein sollen. Zu Schurf- und Wetterschächten ist das Abbohren schon früher von Kindermann angewendet worden. In neuerer Zeit hat Sontag zu St. Louis am Mississippi eine neue Bohrmethode beim Abbohren runder Schächte angewendet, welche weiter unten Erwähnung finden wird.[13])

[13]) Schachtabteufen vermittelst grosser Bohrer in Glückauf. Essen 1872. No. 19.

Als eine Erleichterung der Abteufungsarbeiten ist zu erwähnen, dass man, wo sich die Gelegenheit dazu bietet, von älteren Grubenbauen aus den Schachtpunkt mit einer Strecke unterfährt und auf dieselbe ein Bohrloch von Tage niederbringt, wodurch die beim Abteufen angefahrenen Wasser nach Unten fallen und durch die Wasserhaltungsvorrichtungen des übrigen Grubengebäudes abgeführt werden. Auch beim Abteufen zweier benachbarter Schächte hat man den Vortheil, dass man nur in dem einen derselben die Wasser zu halten braucht; sollten die Gebirgsschichten indess nicht Wasser durchlassend sein, so verbindet man zu Oefterem beide Schächte durch Strecken, um von dem einen die Wasser nach dem andern überzuführen.

Die Lage des Einbruchs wird bei runden Schächten und flacher Lagerung der Gebirgsschichten in die Mitte der Schachtscheibe gelegt, bei stärkerer Neigung der Schichten aber und bei anderen Formen des Schachtes in den einfallenden Stoss. Sind die auszugewinnenden Massen locker, so legt man den Einbruch immer in die Mitte. Der Einbruch bildet zugleich das Vorgestümpfe zur Ansammlung der Wasser, weshalb man auch die Stellung der Pumpen danach zu wählen hat.

Die Beschleunigung des Abteufens erfolgt durch möglichst starke Belegung und durch kurzen Schichtenwechsel der Arbeiter, um deren frische Kraft immer auszunutzen. Wie bei den Stolln kann man auch die Schächte an mehreren Stellen zugleich angreifen und dadurch eine wesentliche Beschleunigung herbeiführen, indem man dabei sowohl an verschiedenen Stellen nach Unten vordringt, wie auch nach Oben durch Ueberbrechen entgegen arbeitet. Selbstredend ist dieses Mittel bei ganz neuen Schächten in unverritztem Grubenfelde nicht anwendbar, auch nicht bei der Vertiefung des Schachtes unter die letzte Sohle, wenn man nicht Gelegenheit hat, mit geringen Kosten aus der letzten Sohle durch Abhauen in der Lagerstätte den tiefsten Schachtpunkt zu erreichen. Die Inangriffnahme des Schachtabteufens an verschiedenen Punkten bedingt sehr sorgfältige und schwierige markscheiderische Ermittelungen, von deren Zuverlässigkeit das Gelingen der Arbeit abhängt. In solcher Weise ist der Silbersegener Richtschacht bei Clausthal an 7 Stellen in Angriff genommen und durch gleichzeitiges Aufbrechen an 14 Punkten betrieben worden; der Medingschacht bei Bergwerkswohlfahrt, (320 Zoll) 8,369 Meter lang, (80 Zoll) 2,092 Meter weit, wurde an 5 Stellen, davon an 4 mit gleichzeitigem Ueberbrechen betrieben und innerhalb $2^1/_2$ Jahren auf eine Tiefe von ($124^3/_4$ Lachter) 261 Meter gebracht.

Beim Abteufen unter einer gangbaren Sohle hat man besondere Sicherheitsmaassregeln zum Schutze der Arbeiter nöthig. Man bringt eine Schutzbühne (Sicherheitsbühne) an, welche das Abteufen gegen die obere Sohle vollständig sicher abschliesst, wodurch natürlich die bei jedem Abteufen nothwendige und mit dem Tieferwerden des Schachtes weiter zu senkende Schussbühne nicht entbehrlich wird, über welche die Arbeiter

nach Anzünden der Schüsse sich begeben, um vor den Wirkungen der losgesprengten Massen gesichert zu sein. Die Sicherheitsbühne besteht aus starken Tragestempeln, über welche eine Lage von (4 bis 5 Zoll) 105 bis 131 Millimeter starken Balken, demnächst auf Höhe von (1 bis $1^1/_2$ Lachter) 2,092 bis 3,139 Meter Faschinen und klare Berge gelegt werden; nur Oeffnungen zur Fahrung, für die Seile zur Haspelförderung und für die Pumpen werden belassen, die zur Fahrung aber mit einer Fallthür bedeckt; namentlich unter den gangbaren Fördertrümen des oberen Schachttheils muss Alles sicher gedeckt sein. In anderen Fällen lässt man eine Bergfeste im Schachte stehen, die man entweder nur theilweise durchbricht, um einen Durchlass für die Arbeiter, die Förderung und die Pumpe zu gewähren, oder die man gar nicht durchbricht und mit Hilfe eines kleinen daneben abgeteuften blinden Schächtchens unterfährt; das Letztere ist indess nur dann möglich, wenn die Wasser mittelst Kübel gehalten werden können. Bei dem Abteufen der Schächte auf den Steinkohlengruben bei Saarbrücken[14]) lässt man in solchen Fällen eine (4 Lachter) 8,369 Meter mächtige Bergfeste unter der Stollnsohle oder oberen Sohlenstrecke stehen, die man nur zur Durchführung der Seile für die Förderung und das Wasserziehen durchbohrt, mit welchem man bis zur Sohle des blinden Schachtes die Berge und die Wasser fördert.

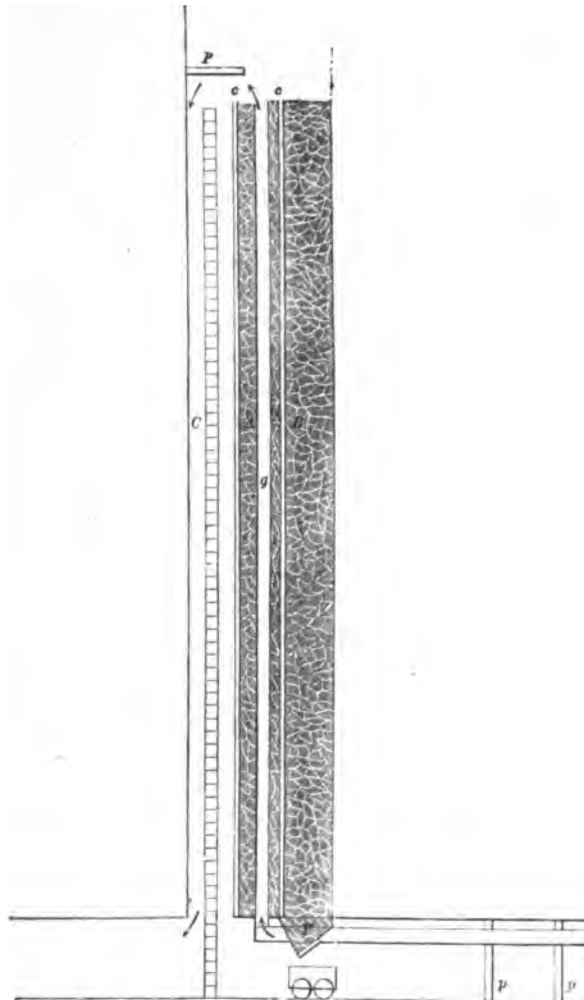
In der Gegend von Lüttich hat man schon im Jahre 1851 seigere Schächte durch Ueberbrechen von einer tieferen Sohle nach einer oberen hergestellt, seitdem aber auf der Grube l'Espérance dieses Verfahren überall da in Anwendung gebracht, wo die Grundbedingungen dafür vorhanden sind.[15]) Während der Förderschacht bis zur tieferen im Abbau befindlichen Sohle niedergeht, hat der Wetterschacht nur die nächst höhere, als Wettersohle dienende Etage erreicht; um eine tiefere Sohle zu gewinnen, wird der Förderschacht in gewöhnlicher Weise von Oben nieder abgeteuft, in gleicher Zeit aber zur Tieferlegung der Wettersohle von der letzten Hauptsohle aus zur bisherigen Wettersohle aufgebrochen und in solcher Weise der Wetterschacht mit der tieferen Sohle verbunden. Man findet in diesem Verfahren als wesentliche Vortheile, dass die Schüsse zur Gewinnung des Gesteins besser wirken, weil das Gewicht des nach Unten frei hängenden Gesteins den Wirkungen des Pulvers zu Hilfe kommt, während die Schwierigkeit des Bohrens der Löcher von Unten nach Oben von den Arbeitern durch Uebung leicht überwunden wird, ferner dass die schwierige Förderung der Berge vermieden wird, indem sie durch ihr eigenes Gewicht nach Unten fallen, ferner dass die Berge hierdurch sich vor Ort nicht anhäufen und keine künstliche Beseitigung und dadurch

[14]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 8. A. S. 177.

[15]) Godin et Demanet: Note sur le creusement des puits en montant in Annales des travaux publics de Belgique. Bruxelles. t. 28. p. 77. — „Glückauf". Essen 1870. No. 51. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1871. S. 43. — Annales des mines. Paris. t. 18. p. 389.

Störung der eigentlichen Bohr- und Schiessarbeit verursachen, ferner dass die Wasser die Arbeiter und die Fortsetzung der Arbeit nicht belästigen, während beim gewöhnlichen Abteufen die Wassersümpfung ganz bedeu-

Fig. 124.




tende Kosten verursachen kann, endlich wird hervorgehoben, dass den Arbeitern absolute Sicherheit gegen das Hereinfallen von Gegenständen geboten wird. Gegen diese unleugbaren Vortheile wird die Unsicherheit nicht erwähnt, welche das markscheiderisch richtige Eintreffen des Ueberbrechens in den oberen Schacht mit sich führt und der Schwierigkeit der

Arbeit selbst, des Bohrens von Unten nach Oben zu geringe Rechnung getragen. Da, wo die Bohrarbeiter geschickt sind, von Unten nach Oben nach Art des sog. Schlenkerbohrens zu arbeiten, wie es oben S. 171 und 226 von den Piemontesen berichtet ist und wie es die Bergleute von Kitzbichl in Tyrol und im Pongau vorzüglich ausführen sollen, wird dem Ueberbrechen ein grosser Vorzug durch die billigere Ausführung nachgerühmt.[16])

Das Verfahren selbst ist nach anderweitigen wieder abgeworfenen Methoden in Belgien zur Zeit in folgender Weise durchgeführt. Fig. 124. Durch Wetterthüren pp wird der Wetterstrom zu dem Ueberbrechen geleitet, damit die Arbeiter stets mit guten Wettern versorgt sind. Das Ueberbrechen wird durch 2 mit in die Höhe genommene Schachtscheider c c in 3 Abtheilungen getheilt. Von diesen wird C zur Fahrung eingerichtet und dient für die Bewegung der Arbeiter von und zu dem Arbeitspunkt, auch zur Hinaufschaffung des Holzes; über derselben ist ein Brett P angebracht, welches beim Hinaufrücken des Ueberbrechens mitgenommen wird und die Arbeiter beim Fahren vor dem Herabfallen von Gestein aus der Firste schützt. Die mittlere Abtheilung A wird mit den gewonnenen Bergen gefüllt, doch wird dabei ein Kanal g ausgespart, durch welchen der Wetterstrom in die Höhe geht, während er durch die Abtheilung C wieder niedergeht und durch die Hauptstrecke abgeführt wird. Die Abtheilung B wird ganz mit Bergen gefüllt; an der Firste der Strecke ist dieselbe mit einem Schutz T verschlossen, bei dessen Oeffnung die Berge in den Förderwagen fallen und von hier aus weggefördert werden. Diese Einrichtung hat den Vorzug gegen die früheren Methoden, dass der Arbeiter, auf den Bergen stehend, einen durchaus sichern Standpunkt hat und von hier aus nicht nur mit grösserer Leichtigkeit die Bohrarbeit ausführen, sondern auch mit vollständiger Sicherheit den Schacht, wo es nöthig ist, verzimmern kann. Ist das Ueberbrechen mit dem oberen Schacht durchschlägig, so wird es gänzlich von Bergen geräumt und, falls dazu Bedürfniss vorhanden ist, von Unten nach Oben ausgemauert, im Uebrigen aber dem oberen Schachte conform eingerichtet.

Die Förderung aus dem gewöhnlichen Abteufen erfolgt bei kleineren Schächten durch Haspel und Kübel, bei grösseren durch Dampfhaspel und Fördertonnen,[17]) welche in dem Schachte in einer Leitung geführt werden, indem über der Tonne ein Holzrahmen angebracht ist, der mit seinen senkrechten Backen die Leitung umfasst. Beim Abteufen unter einer Sohle wird der Haspel auf dieser aufgestellt, um die Berge nur bis hierher heben zu brauchen und durch die früheren Grubenbaue fortzuführen.

Die Controle beim Abteufen über die Innehaltung der Richtung erfolgt durch Lothe. Bei runden Schächten genügt ein Loth in der Mitte, bei eckigen Schächten muss ein Loth in jeder Ecke hängen, die aber nicht

[16]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1871. S. 121.

[17]) Herold: Verminderung der Kosten der Bergeförderung in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 1. B. S. 144.

dicht an der Zimmerung oder Mauerung spielen dürfen; ist die Auskleidung der Schachtstösse mittelst Zimmerung erfolgt, so hängt man von höheren Hölzern aus Lothe für die Ausführung der täglichen Arbeit herab und controlirt zuweilen durch Ablothen der ganzen oder einer grösseren Schachttiefe. Auch bedient man sich unter Umständen, namentlich beim polygonalen Grundriss, der Schablonen, um die Schachtdimensionen genau inne zu halten.

### II. Für tonnlägige Schächte.

Beim ersten Ansetzen des Schachtes hat man grosse Aufmerksamkeit darauf zu richten, dass man die Falllinie der Lagerstätte beibehält; zuweilen treibt man ein Sitzort voraus, um das Fallen zu untersuchen, besonders in Steinkohlenflötzen. Wenn das Abteufen nur bis zur Stollnsohle oder einer anderen tiefen Sohle erfolgen soll, so haut man wohl von hier aus zu Tage auf und erweitert dann von Tage nieder. Nicht selten, wie beim Steinkohlenbergbau in Westfalen, teuft man zwei gepaarte Schächte ab, um weniger Fläche frei zu machen, man legt sie (6 bis 8 Lachter) 12,554 bis 16,739 Meter von einander entfernt und lässt den einen vor dem anderen vorausgehen. Je nach der Fallrichtung ist der Betrieb der flachen Schächte bald streckenartig, bald schachtartig.

Die Controle der Richtung erfolgt durch ausgehängte Brahmen oder durch Lothe mit Marken an der Zimmerung; die Tonnlage wird durch die Setzwaage oder durch ein rechtwinkeliges Dreieck in Verbindung mit Setzwaage oder Loth controlirt. Wo die Tonnlage wegen des unregelmässigen Fallens der Lagerstätte nicht beibehalten werden kann, hat man die Stellen durch Nachreissen des Nebengesteins allmälig auszugleichen.

Im schwimmenden Gebirge sind flache Schächte nicht anzuwenden.

Bei kleinen Feldern und nicht zu grosser Tiefe können tonnlägige Schächte sehr von Vortheil sein, da die Herstellung derselben in der Lagerstätte billig ist, man auch schnell zur Kohlenförderung kommt. Bei grösseren Feldern ist eine solche Anlage aber zu verwerfen, da doch verhältnissmässig nur geringe Massen gefördert werden können, der Seilverschleiss ein sehr hoher ist und die Wasserhaltung beträchtlich vertheuert wird, so dass man in Westfalen auf bedeutenderen Gruben die tonnlägigen Schächte aufgegeben und seigere abgeteuft hat. — Wo mehrere Flötze im Felde durch einen flachen Schacht zu lösen sind, legt man denselben zweckmässig in das unterste Flötz, weil man alsdann beim Abbau der oberen Flötze für den Schacht keine Sicherheitspfeiler stehen zu lassen hat.[18])

### III. Für gebrochene Schächte.

Hier hat man für ein gehöriges Anschliessen des seigeren Theils an den flachen Sorge zu tragen; die gebrochene Stelle ist Behufs der Förde-

---

[18]) Glückauf. Essen 1871. No. 39.

rung abzurunden, was jedoch besonders gestaltete Fördergefässe erfordert. Derartige Schächte sind nur zu billigen bei Gruben mit geringen Fördermassen, wie z. B. Erzgruben.

### C. Ausrichtung von Tiefbauschächten aus.

Die Ausrichtung der Lagerstätten von Tiefbauschächten aus geschieht im Allgemeinen nach dem Princip, welches sich im Heranholen mehrerer Stolln unter einander ausspricht: Theilung des Gebirges in Etagen, welche seiger unter einander liegen. Gegen Stolln hat man hier den Vortheil, die seigere Entfernung der Sohlen (Läufe in Oesterreich, Feldortstrecken oder Gezeugstrecken in Sachsen und am Harz) nach technischem Ermessen bestimmen, dabei auch besondere Lagerungsverhältnisse berücksichtigen zu können. Der Zweck solcher Theilung ist also, Abschnitte der Lagerstätten zu gewinnen, welche bequem sind für die Ausgewinnung, für die Förderung, besonders wenn, wie bei Steinkohlenbergwerken, grosse Massen zu fördern sind, und für die Wasserhaltung.

Da die Tiefenerstreckung der Lagerstätten getheilt wird, so ist die Sohlenbildung in gewöhnlicher Weise unmöglich bei söhliger oder fast söhliger Lagerung, wie in den Steinkohlengruben von Newcastle, dem Steinsalzbergbau in Lothringen, sowie in Cheshire und Norwichshire. Dann bildet gewissermassen jedes Flötz innerhalb des Grubenfeldes eine Bausohle für sich. Die Sohlenbildung modificirt sich bei geringer Neigung plattenförmiger Lagerstätten auch wohl in der Weise, dass immer weiter im Hangenden stehende Tiefbauschächte nach einander abgeteuft werden und so neue Bausohlen gefasst werden. In ihrer Reinheit kommt sie auch nicht immer zur Ausbildung bei stockförmigen Massen, obschon das Princip bleibt.

Am vollständigsten entwickelt ist das Princip der Sohlenbildung bei stark und mässig geneigten, sowie bei gefalteten, plattenförmigen Lagerstätten, von denen mehrere über und neben einander (Gänge mit einander) vorkommen. Erfolgt die Lösung durch seigere Schächte, so sind stets Querschläge erforderlich, welche vom Schachte aus durch das Gestein bis zur Lagerstätte in den betreffenden Sohlen getrieben werden, selbst wenn nur eine Lagerstätte abzubauen ist; bei tonnlägigen Schächten sind Querschläge nur dann nöthig, wenn noch andere Lagerstätten über oder unter derjenigen liegen, in welcher der Schacht abgeteuft ist. Solche Querschläge gehen bei Flötzen durch den ganzen Gebirgskörper, in welchem sie auftreten, bei Gängen nur, wenn man es mit einem Gangzuge zu thun hat und es nicht vorzieht, eine Hauptstrecke im Liegenden des Zuges zu treiben und von dort aus häufig querschlägig hinüber zu gehen. Die aus demselben Schachte in verschiedenen Sohlen getriebenen Querschläge müssen zur Ersparung von Sicherheitspfeilern in derselben Seigerebene liegen, mithin nach einer gemeinschaftlichen Ortsstunde aufgefahren werden.

Von einem seigeren Schachte aus werden sie nicht unmittelbar, sondern seitwärts angesetzt, einmal der Sicherheit für die Arbeiter wegen und dann um Raum für ein Füllort am Schachte zu gewinnen, wozu bei grösseren Steinkohlengruben (5 Lachter) 10,46 Meter Entfernung ausreichen; bei tonnlägigen Schächten sind Umbruchsörter oder Ausweitungen nöthig, um ein Füllort zu gewinnen.

Beim Ansetzen der obersten Tiefbausohle hat man Rücksicht zu nehmen:

1. Auf vorhandene Stolln, unter welche man sie so tief legen muss, dass die Stolln nicht zu Bruche gebaut werden, und dass auch die von ihnen abgeleiteten Wasser nicht in den Tiefbau gelangen, was um so wichtiger ist, als über den Stolln in der Regel sich abgebautes Feld (alter Mann) befindet, durch welchen atmosphärische Niederschläge in die Tiefe fallen, direct dem Tiefbau zugehen würden und selbst ein Ersaufen des Tiefbaues herbeiführen können, während sie sonst auf der Stollnsohle abgehalten und abgeführt werden oder doch nur sehr allmälig sich in die Tiefe ziehen. Schon die früher giltigen Bergordnungen verbieten zur Schonung der Stollnsohlen das Unterwerken, das allgemeine preussische Landrecht (Th. II. Tit. XVI. § 391) verlangt Bergfesten unter der Stollnsohle oder eine Verflutherung derselben, um die Wasser nicht hinabsinken zu lassen; beim Steinkohlenbergbau in Westfalen wurde nach der Polizeiverordnung vom 19. Juni 1846 ein Sicherheitspfeiler von (15 Lachter) 31,385 Meter seigerer Mächtigkeit unter der Stollnsohle angeordnet, was durch die Polizeiverordnung vom 12. April 1862[19]) dahin abgeändert wurde, dass der Sicherheitspfeiler nur (10 Lachter) 20,924 Meter seigere Mächtigkeit zu haben braucht, dessen Schwächung oder Abbau sogar von der Aufsicht führenden Behörde unter Umständen in speciellen Fällen gestattet werden kann. Hiermit im Einklange und im Sinne des neuen preussischen Berggesetzes liegt es, wenn die Stärke der Sicherheitspfeiler in anderen Gegenden dem technischen Ermessen anheimgestellt wird, da sich nicht alle Fälle unter eine Regel bringen lassen.

2. Auch bei Auflagerung von jüngerem, schwimmendem oder wasserreichem Gebirge, namentlich in Steinkohlengruben, muss man darauf Bedacht nehmen, die Wasser aus diesen Gebirgsgliedern nicht in den Tiefbau zu ziehen und lässt deshalb auch hier gegen dieselben einen Sicherheitspfeiler stehen, dessen Stärke von der Natur des jüngeren Gebirges abhängig ist. In dieser Beziehung sind die Steinkohlengruben Belgiens begünstigt, weil sich zwischen der Steinkohlenformation und dem jüngeren, sehr wasserreichen Deckgebirge ein wasserabdämmender Thon einlagert, während in Westfalen das starke Wasser führende Kreidegebirge unmittelbar der Steinkohlenformation aufgelagert ist, weshalb früher ein Sicherheitspfeiler von (20 Lachter) 41,847 Meter seigerer Mächtigkeit polizeilich

[19]) Zeitschrift für Bergrecht von Brassert und Achenbach Bd. 3. S. 271.

angeordnet war, während derselbe durch die neuere Polizeiverordnung auf (10 Lachter) 20,924 Meter seigere Mächtigkeit ermässigt ist.

Die einzelnen Sohlen wassertragend herzustellen, ist zwar sehr wünschenswerth, um die Wasser einer Etage nicht tiefer sinken lassen und künstlich heben zu müssen, es ist dies aber wegen der Klüftigkeit des Gebirges nicht immer zu erreichen; dann gehen die Wasser in die Tiefe und können nur durch vermehrte Maschinenkraft gewältigt werden.

Für die Wetterführung ist die Sohlenbildung von grosser Wichtigkeit, namentlich beim Steinkohlenbergbau unter jüngerem Gebirge; jede höhere Sohle bildet die Wettersohle für die nächst tiefere, indem auf ihr die unten in den Grubenbauen gebrauchten Wetter abgeführt werden, daher wandert bei der gewöhnlichen Art der Sohlenfassung die Wettersohle mit in die Tiefe und müssen die Schächte, durch welche die gebrauchten Wetter von der Wettersohle zu Tage abziehen, gleichfalls nachgeführt werden. Für die Wahl der Sohlenabstände[20]) von einander sind sehr verschiedene Merkmale zu berücksichtigen:

1. Es müssen angemessene Fördermengen über jeder Sohle ausgerichtet werden, um die Kosten der Querschläge zu decken.

2. Die flachen Höhen, welche durch jede Sohle in den Lagerstätten ausgerichtet werden, müssen angemessen, aber nicht zu gross sein.

3. Die Umförderung bedeutender Massen d. h. abwärts zur Sohle und wieder aufwärts im Schachte muss vermieden werden.

4. Für den Einbau der Pumpen müssen zweckmässige Höhen gewählt werden, doch ist man in neuerer Zeit hierdurch nicht allzu sehr gebunden, da man Pumpensätze von (60 und mehr Lachter) 125,54 und mehr Meter Höhe ohne Nachtheil in Betrieb gesetzt hat.

5. Auf die besonderen Lagerungsverhältnisse ist Rücksicht zu nehmen, ob Muldenpunkte mit der Sohle gefasst werden sollen, ob in den Gängen die Erze regelmässig oder nur sporadisch vertheilt sind.

Daher sind die Sohlenabstände in den Bergrevieren sehr verschieden und für jeden concreten Fall besonders zu bestimmen. Im sächsischen Erzgebirge hat man früher (20, jetzt 40 Lachter) 41,847, jetzt 83,694 Meter Sohlenabstand, am Harz (10 bis 15 Lachter) 20,924 bis 31,385 Meter, ist aber in neuerer Zeit an einzelnen Punkten bei grösserer Mächtigkeit der Gänge und regelmässiger Erzführung bis (20 und 40 Lachter) 41,847 und 83,694 Meter vorgegangen, auf Kupfer- und Zinnerzgängen in Cornwall von 50 bis 70 Grad Neigung sind die Sohlen (10 fathoms) 18,308 Meter von einander entfernt;[21]) beim Steinkohlenbergbau in Belgien beträgt die Entfernung (12 bis $18^1/_3$ Lachter) 25 bis 40 Meter, in Westfalen nicht leicht unter (15 Lachter) 31,385 Meter bei flachem Fallen, in der Regel

[20]) A. v. Groddeck: Ueber die Bestimmung von Sohlenabständen beim Bergbau in berg- u. hüttenm. Ztg. von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1865. S. 189.

[21]) Zirkel: Bergmännische Mittheilungen über Cornwall in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 9. B. S. 249.

(20 bis 25, auch 40 Lachter) 41,847 bis 52,309, auch 83,694 Meter. In stockförmigen Massen und auch bei sehr geringer Neigung der Lagerstätte hat man oft nur (6 bis 8 Lachter) 12,554 bis 16,739 Meter Entfernung. Beim Braunkohlenbergbau in Sachsen wählt man die Sohlen in der Weise, dass über jeder das Förderquantum auf 25 Jahre ausreicht, weil angeblich nur für diesen Zeitraum die Wasserhaltungsmaschinen gangbar bleiben sollen. (?)[22]) — Um bei starken Sohlenabständen nicht die ganze Höhe der Lagerstätte zugleich in Abbau nehmen zu müssen, treibt man dann auch wohl Mittelsohlen, welche aber keinen Sicherheitspfeiler erhalten und nach der Gewinnung des über ihnen liegenden Theils der Lagerstätte abgeworfen werden. — Die Anlage zu vieler Sohlen ist verwerflich, insbesondere beim Steinkohlenbergbau, weil dadurch die Kosten der Querschläge wachsen und zu viele Sicherheitspfeiler stehen bleiben müssen; ebenso muss man es vermeiden, die Abstände zu gross zu nehmen, weil dadurch der Abbau und die Förderung zu schwierig werden und durch Mittelsohlen allein hier den Uebelständen nicht abgeholfen werden kann; man muss immer danach streben, eine den localen Verhältnissen angepasste Sohlenentfernung zu wählen und diese auch regelmässig beizubehalten, weil dadurch der Pumpenbau, namentlich bei hohen Sätzen, wesentlich erleichtert wird.

Sohlenbildung von Unten herauf[23]) ist dem gewöhnlichen Verfahren entgegengesetzt. Dieselbe erfordert eine untere Gränze für den Bau an dieser Stelle, die entweder durch technische Gründe gegeben oder durch die Natur, beziehungsweise die Eigenthumsverhältnisse, z. B. Mulden der Flötze, bestimmt ist; hier hat jede folgende Sohle alten Mann unter sich, bei der gewöhnlichen Methode dagegen über sich. Diese Methode hat den Vorzug, dass sie geringere Wassermengen auf der ersten, d. h. tiefsten Sohle antrifft, weil sie ganzes Gebirge als Bergfeste über sich hat, und dass sie die neuen, also noch weniger Reparatur bedürftigen Maschinen gerade bei den grössten Tiefen benutzt; sie ist unanwendbar beim Vorhandensein von schlagenden Wettern und bei steil stehenden Lagerstätten, welche die Möglichkeit bieten, dass die gelösten Pfeiler abrutschen, auch eine untere Gränze schwerlich darbieten. In ökonomischer Beziehung erfordert diese Art der Sohlenfassung ein grosses Anlagekapital, welches erst spät eine Rente liefert und eine Amortisation zulässt. Schon aus diesem Grunde ist sie eine seltene Ausnahme, wie z. B. in früherer Zeit auf der Steinkohlengrube Glückauf bei Dortmund, wo man aber auch davon abgegangen und zur gewöhnlichen Methode zurückgekehrt ist. Einen Anklang an diese Art der Sohlenbildung findet man bei der Ausrichtung stockförmiger Massen, wenn mit Bergeversatz, von Unten nach Oben gebaut wird.

---

22) Ottiliä: Der Braunkohlenbergbau in der preuss. Provinz Sachsen in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 8. B. S. 16.

23) Lottner: Grundsätze über den Abbau der Steinkohlenflötze in Westfalen etc. in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 7. B. S. 285.

Weitere Ausrichtung der Sohlen. Die Dimensionen der Querschläge werden durch ähnliche Gründe bestimmt, wie sie oben (S. 284) bei den Stollnsohlen angegeben sind; bei den neuen Steinkohlengruben macht man sie meist zweispurig, um grosse Fördermassen bewältigen zu können, die Höhe richtet sich danach, ob man mit Menschen oder Pferden fördert, doch wird man sich auf bedeutenden Gruben meist auf die letztere Förderungsmethode einzurichten haben, selbst wenn die eine geringere Höhe erfordernde maschinelle Streckenförderung eingeführt ist, da man zu Zeiten, wo diese wegen Schadhaftwerden der Maschine und dgl. m. ausser Betrieb gesetzt werden muss, sich durch Pferdeförderung häufig wird helfen müssen. Das Ansteigen der Querschläge und Sohlenstrecken ist zur Erleichterung der Förderung oft bedeutend, damit die Förderwagen mit der Last bergab laufen, z. B. hat man in Belgien ein Ansteigen von 5 Meter auf 1000 Meter Länge ($^1/_2$ Lachter auf 100 Lachter), in Westfalen (10 Zoll) 125 Millimeter in den Grundstrecken, (5 Zoll) 162$^1/_2$ Millimeter in den Querschlägen auf (100 Lachter) 100 Meter; bei grosser Länge der Strecken ist das starke Ansteigen nicht zweckmässig, weil zu viel Höhe der Lagerstätte für die Sohle verloren geht, dagegen ist allenfalls ein Ansteigen von ($^1/_4$ bis $^1/_2$ Lachter auf 100 Lachter) 250 bis 500 Millimeter auf 100 Meter Länge zu gestatten, wenn nicht andere Gründe dagegen sprechen. Die Wasserseige erhält in den Querschlägen eine dem Bedürfnisse entsprechende Tiefe und Weite, je nach der Menge der angefahrenen Wasser.

Wenn mit den Querschlägen die Lagerstätten erreicht sind, werden in denselben die Grundstrecken (Sohlenstrecken, Gezeugstrecken, Läufe) aufgefahren mit Zuhilfenahme einer darüber oder daneben geführten Hilfsstrecke, welche mit der Hauptstrecke von Zeit zu Zeit verbunden wird, um eine Wettercirculation vor dem Hauptorte zu bewirken. Bei mächtigen Gängen, liegenden Stöcken, Gangzügen legt man wohl die Grundstrecke ins Nebengestein, am besten ins Liegende, weil alsdann die in der Lagerstätte ansitzenden Wasser am besten und vollständigsten aufgefangen werden; etwas Aehnliches hat man bei der Ausrichtung mehrerer Flötze zu beobachten, wo man sich zur Führung der Hauptgrundstrecke das passendste aussucht und von dieser aus die übrigen Flötze querschlägig löst. In Betreff des Ansteigens und der Wasserseige gilt hier dasselbe, wie bei den Querschlägen. Im Uebrigen passt sich die Grundstrecke der Natur der Lagerstätte an mit Rücksicht auf das stets zu beobachtende Princip der grösstmöglichen Haltbarkeit. Bei schmalen Gängen nimmt man den Gang in die Mitte der Strecke, um die absetzenden Trümmer nicht zu verlieren; bei mächtigen Gängen bleibt man mit der Strecke am Hangenden oder wegen der Wasser und des Drucks besser am Liegenden, um für die Richtung der Strecke Führung zu haben und nicht aus dem Streichen der Lagerstätte herauszukommen. Bei schwachem Fallen und geringer Mächtigkeit muss man, um die nöthigen Dimensionen zu erreichen, das Neben-

gestein nachreissen und zwar am besten das Liegende, damit das Hangende zur Vermeidung von Druck und von Hereinziehen der Wasser unberührt bleibt; bei mächtigen Stein- und Braunkohlenflötzen baut man deshalb auch einen Theil der Kohle an d. h. man gewinnt sie hier nicht, was indess nur nothwendig ist, wenn das Nebengestein nicht fest oder leicht der Verwitterung ausgesetzt ist, und nur möglich, wenn die Kohle selbst genug Festigkeit besitzt, wobei man sich auch zu hüten hat, die Richtung des Streichens nicht zu verlieren[24]). Auf der Steinkohlengrube Maria bei Aachen[25]), wo bei der seigeren Stellung der rechten Flötzflügel die Pfeiler Neigung haben, in die ganz im Flötze aufgefahrene Strecken abzurutschen, betreibt man auf einem 1,569 bis 1,883 Meter (5 bis 6 Fuss) mächtigen Flötze die Hauptförderstrecke in der Art, dass man nur die Hälfte der Kohlenmächtigkeit mitnimmt, im Uebrigen die Streckenweite ins feste Gestein verlegt. Die Formen der Grundstrecken sind sehr verschieden je nach der Natur und der Festigkeit der Lagerstätten bald rechteckig, bald trapezförmig (in mächtigen Gängen und Stockwerken), bald mit bogenförmiger Firste (im Steinsalz), bald mit Spitzbogen (in Braunkohlen am Rhein). Die Wasserseige wird verdeckt (verbrückt), um das Hineinfallen von Fördermassen während der Förderung zu verhüten.

Die Ausrichtung mit einfallenden Strecken unterhalb der tiefsten Sohle ist nur da anwendbar, wo man es nur mit geringen oder gar keinen Wassern zu thun hat; man findet diese Ausrichtung sehr häufig in England, auch im Mansfeldischen, bei Saarbrücken, hier aber häufig nur als Hilfsbau zur Vorbereitung tieferer Sohlen, welche später erst durch den Schacht gelöst werden. Man erspart durch solche Ausrichtung das tiefere Abteufen der Schächte und das Treiben von Querschlägen, erschwert aber beträchtlich den Betrieb, zumal wenn Wasser von nur einiger Bedeutung angefahren werden. Die Maschinen zur Förderung aus den einfallenden Strecken muss man unterirdisch aufstellen, was kostspielig und für den Betrieb lästig ist; häufig bedient man sich hierzu des Wassers als Motor, in neuerer Zeit in England der comprimirten Luft; auf den Gruben bei Saarbrücken gebraucht man beim Betriebe einfallender Strecken vielfach Locomobilen von 8 bis 16 Pferdekräften, bei nicht grossen Teufen sogar nur der Pferde, in neuerer Zeit wendet man indess auch hier comprimirte Luft in unterirdisch aufgestellten Lufthaspeln mit grossem Vortheil an[26]). Wie man zu gleichem Zweck auf einzelnen Saarbrücker Gruben sich der Wassersäulenmaschinen sowohl zur Förderung, wie Wasserhaltung bedient, wird weiter unten erwähnt werden. Auch auf der Abendstern-

---

[24]) Jahrbuch des schlesischen Vereins für Berg- u. Hüttenwesen. Bd. 2. Seite 259.

[25]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 17. B. S. 58.

[26]) Hasslacher: Die Anwendung comprimirter Luft zum Betriebe unterirdischer Maschinen. Ebenda. Bd. 17. B. S. 1. 27. 45.

grube in Oberschlesien bereitet man, wie gleichfalls weiter unten beschrieben werden soll, die Ausrichtung mit einfallender Strecke vor, wo Förderung und Wasserhaltung mittelst Drahtseilbetrieb bewirkt werden soll.

### D. Strecken.

Strecken sind gewöhnlich Betriebe innerhalb der Lagerstätten. Während das Nähere über die Strecken später bei den verschiedenen Abbaumethoden abgehandelt werden soll, sind hier zum näheren Verständniss einzelne Benennungen zu erörtern.

Streichende Strecken sind solche, welche im Streichen der Lagerstätte aufgefahren werden, schwebende in der Fallrichtung der Lagerstätten, diagonale in einer Richtung, welche zwischen dem Streichen und Fallen liegt; diese Unterschiede passen indess nur bei plattenförmigen Lagerstätten. Andere Benennungen treten ein bei stärkeren Neigungswinkeln und besonderen Arten von Förderung, wie Ueberhauen (Ueberbrechen), eine Verbindung zweier Sohlen in der Falllinie der Lagerstätte, welche von Unten nach Oben geführt wird, auch Ausgewinnungen von Unten nach Oben in anderer Richtung, selbst seigere, auch im Gestein nennt man Ueberbrechen; Abhauen (Abteufen), Betriebe zu gleichem Zweck, wie die vorigen, welche aber von Oben nach Unten geführt werden; Bremsberge (Bremsschächte, Bremswege) sind Verbindungen zweier Sohlen, meist in der Fallrichtung der Lagerstätte, zuweilen aber auch diagonal und selbst auch im Gestein ausgeführt, in welchen gewonnene Massen von oberen Sohlen zu einer tieferen mittelst Bremsvorrichtung und Schienengeleisen gefördert werden; Rolllöcher, gleichfalls derartige Verbindungen zweier Sohlen, in welche die gewonnenen Massen abgestürzt werden, damit sie von Oben nach Unten frei herabrutschen.

Zu erwähnen sind noch die Sumpfstrecken, welche einige Meter unterhalb der Sohlenstrecken aufgefahren werden, um darin die Wasser anzusammeln, damit die Hauptstrecken nicht durch etwaiges Auftreten der Wasser ersaufen; die Sumpfstrecken werden in solchen Dimensionen und in solcher Länge genommen, dass sie Raum zur Wasseransammlung genug bieten, um die Wasserhaltungsmaschine nicht beständig in Betrieb erhalten zu müssen und selbst für einige Tage vollständig gesichert zu sein, wenn die Maschine kleineren Reparaturen unterworfen werden muss.

Für die Dimensionen vieler Arten von Strecken ist Rücksicht auf die Art der Förderung und die Fördermassen zu nehmen.

### E. Lösung alter Baue.

Früherer Bergbau, der alte Mann kann nur verbrochen oder zugleich mit bösen Wettern oder mit Wassern gefüllt sein, häufig verbinden sich alle drei Momente; für den Betrieb gefährlich ist nur die Annäherung an

die mit Wasser oder bösen Wettern erfüllten alten Baue. Derartige Baue, von deren Vorhandensein man keine oder keine sichere Kenntniss hat, machen sich bemerkbar durch Vermehrung der Zuflüsse, wofür sonst keine andere Ursache vorliegt, durch Hervortreten des Wassers in Strahlen oder in Gestalt von Nebeln, durch rasch sich bildende Sinterabsätze, unter Umständen durch faulen Geruch und Geschmack der Wasser. Als Sicherung gegen die Gefahren der plötzlich anzuhauenden Wassermassen dient das Vorbohren, wobei die Richtung und die Zahl der Bohrlöcher davon abhängig ist, ob man im Quergestein oder in der Lagerstätte ansitzt. Im ersteren Falle kann bei starker Neigung ein söhliges Bohrloch vor Ort genügen, höchstens ist noch je eins an jedem Seitenstoss nöthig; die Bohrlöcher erhalten einen Durchmesser von (1 bis 1½ Zoll) 26 bis 39 Millimeter, doch hat man sich dabei gegen das plötzliche Herausschleudern des Bohrers durch die Wasser zu schützen (vergl. oben S. 149). Bei flachem Fallen des Gesteins muss man, wenn dasselbe dem Orte zufällt, auch unter sich, — wenn es abfällt, auch über sich bohren. Wie viel Gestein noch die nöthige Sicherheit bietet, bevor zu dem Anbohren der Wasser geschritten werden muss, hängt von der Festigkeit des Gesteins, den muthmasslichen Wassermassen und deren Druckhöhe ab. In den Lagerstätten sind, sofern man nicht etwa die Lage des alten Manns genau kennt, Bohrlöcher nach allen Seiten nothwendig.

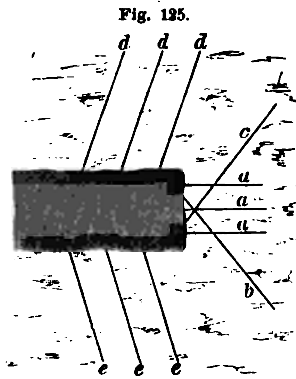
Sehr ausführlich handelt über das Vorbohren und die Sicherung der Baue und Arbeiter die für den Bezirk des früheren Bergamts zu Düren erlassene Polizeiverordnung vom 15. April 1835 und die den Revierbeamten gegebene Instruction vom 15. Juni 1836[27]), welche in Folge eines Unglücksfalls auf der Gouley-Grube bei Aachen gegeben wurde, wo 63 Bergleute durch einen plötzlichen Wasserdurchbruch zu Tode kamen. Dieselbe setzt Normen für die Sümpfe und die Maschinenkräfte fest, sie bestimmt, dass die Bohrer zum Vorbohren nicht über (1½ Zoll) 39 Millimeter Meisselbreite haben dürfen, dass in der Kohle (15 Fuss) 4,708 Meter, im Gestein (3 bis 5 Fuss) 0,942 bis 1,569 Meter weit vorgebohrt werden muss, nach dem Abkohlen noch wenigstens (3 Fuss) 0,942 Meter des Bohrsochs anstehen bleiben müssen. Zur grösseren Vorsicht sind allen Betrieben voraus, zwei gepaarte, enge Strecken (über- oder nebeneinander) (20 Lachter) 41,847 Meter vorauszutreiben, von denen die eine hinter der anderen (5 Lachter) 10,462 Meter zurückbleibt; in diesen Strecken wird das Vorbohren vorgenommen; um die Arbeiter zu schützen, müssen beide Strecken von (10 zu 10 Lachter) 20,924 zu 20,924 Meter durch bequem fahrbare Ueberhauen verbunden werden, damit die Arbeiter ausweichen können. Für gewöhnlich sollen in den Ortsstoss drei (4 Fuss) 1,255 Meter von einander entfernte Bohrlöcher aaa (Fig. 125) parallel der Strecke

---

[27]) Dr. Achenbach: Die Bergpolizeivorschriften des rheinischen Hauptbergdistrikts. Köln 1859. S. 92.

gebohrt werden, ausserdem eins b von der Firste schräg abwärts, eins c von der Sohle schräg aufwärts, ferner in der Firste vor dem Ortsstoss drei ddd Löcher schräg aufwärts, in der Sohle drei eee schräg abwärts.

Fig. 125.




Zur Sicherung der Grube und für die Flucht der Arbeiter nach erfolgtem Durchschlag müssen Vorbereitungen getroffen werden, die in Wasser- oder Sicherheitsblenden bestehen; es sind dies Thüren oder Verspünden, welche den ersten Wasserandrang hemmen sollen. Ein Thürstockgeviere wird in die Strecke eingebühnt und fest verkeilt und an dieses eine Thüre von starken Balken, mit eisernen Bändern beschlagen, angebracht, welche von selbst zufällt und durch einen Riegel oder eine Spreize während der Arbeit offen gehalten wird; um die gewöhnlichen Wasser abfliessen zu lassen, ist ein Rohr mit Klappe oder Spund in der Thür angebracht, welche von dem nach dem Durchschlage andringenden Wasser geschlossen wird. Nach erfolgtem Durchschlage, und nachdem die Arbeiter die Thüre passirt haben, wird der Riegel gelöst, so dass die Thüre zufällt und den Wassern einen ersten Damm entgegengesetzt. Wenn man mit Vorbohren weiter vorrückt, so setzt man nach Zurücklegung von (10 Lachtern) 20,924 Metern eine zweite Thür und erst wenn die dritte nach weiteren 20,924 Metern nothwendig wird, kann man die erste entfernen. Um die hinter den Thüren angespannten Wasser los zu werden, bohrt man die Thüren allmälig an, indem man zuerst oben und nach Ablaufen der oberen Wasser immer weiter nach Unten Löcher in die Thüren bohrt[28]).

Auf der Bleierzgrube Diepenlinchen bei Stolberg hat man einen eisernen Sicherheitsschieber angewendet[29]). Es handelte sich hier darum, von dem Schachte aus mit einem Querschlage einem Wassersack entgegenzufahren und um den Schacht vor dem Ersaufen zu sichern und die angezapften Wasser der Maschine nur allmälig zuzuführen, dieselben in dem Querschlag zurückzuhalten und nur nach und nach austreten zu lassen. Man brachte deshalb vor der Querschlagsöffnung einen Holzrahmen an, gegen welchen ein eiserner Schieber nach der Querschlagsseite zu gestellt wurde; derselbe ist in Gleitschienen auf und ab beweglich und kann durch einen in oberer Höhe befindlichen Kabel mittelst Zahnräder und Zahnstangen auf und ab bewegt werden; um aber nicht eine zu grosse Oeffnung

[28]) Annales des mines. 4. Série. Tome 14. pag. 39. Siehe auch Dr. C. Hartmann: Die Fortschritte der Bergbaukunst. Weimar 1852. S. 50.

[29]) Hasslacher: Die Wasserlösung im Grubenfelde von Diepenlinchen durch den neuen Kunstschacht Widmann in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 9. Seite 183.

zu bieten, ist in dem grossen Schieber ein kleinerer angebracht, welcher an der Sohle eine (8 Zoll) 209 Millimeter im Quadrat weite Oeffnung bedeckt, und mit der Hand gehoben und gesenkt werden kann.

Nach dem Durchschlage haben die Arbeiter die Flucht zu beeilen, selbst wenn nur wenig Wasser angefahren wird, da dieselben häufig Schwefelwasserstoff absorbirt haben; deshalb müssen in den zur Flucht bestimmten Strecken Laternen aufgestellt werden, da offene Lampen und Lichter durch den vom plötzlich eintretenden Wasser bewirkten Luftdruck ausgelöscht werden. Alle Strecken und Schächte, welche von den fliehenden Arbeitern passirt werden müssen, sind in gutem Zustande zu erhalten, damit diese selbst im Finstern fliehen können. Kein mit der abzapfenden Strecke in Verbindung stehendes Ort darf belegt sein, am wenigsten tiefere Baue, weil von den Arbeitern vor diesen Oertern die Flucht nicht rechtzeitig bewirkt werden könnte; blinde Schächte, welche die abfliessenden Wasser nach Unten führen könnten, erhöht man künstlich durch aufgesetzte Kasten. Um die gezapften Wasser möglichst schnell beseitigen zu können, müssen die Wasserhebungsvorrichtungen in guter Ordnung sich befinden. Auch nach der Beseitigung der Wasser muss beim Befahren der Strecken grosse Vorsicht angewendet werden, weil aus dem alten Mann in der Regel schlechte Wetter heraustreten.

In England bohrt man auch vor, wenn die Flötze starke schlagende Wetter führen, um diese gewissermassen vorher abzuzapfen, desgleichen auch wenn grössere Sprünge dem Orte vorliegen, was sehr wesentlich ist, sobald man alte Gesenke dahinter vermuthen kann, weil die Alten die Sprünge nicht auszurichten verstanden.

Zur Verhütung von plötzlichen Durchbrüchen angespannter Wasser ist es durchaus erforderlich genaue Grubenbilder zu besitzen, um jeder Zeit orientirt zu sein, ob man sich einer Wasseransammlung, sei es in der Grube, sei es über Tage, nähert. Um das Durchdringen von Wassern aus benachbarten Grubenfeldern zu beseitigen, hat man in verschiedenen Bergrevieren Sicherheitspfeiler an den Markscheiden angeordnet, welche bei dem westfälischen Bergbau in früherer Zeit (15 Lachter) 31,385 Meter Breite auf jeder Seite der Markscheide haben mussten; diese Breite ist durch einen Beschluss des Oberbergamts zu Dortmund vom 12. April 1862 auf (10 Lachter) 20,924 Meter zu jeder Seite der Markscheide ermässigt worden.[30]) Nach einer Polizeiverordnung des Oberbergamtes zu Breslau vom 11. März 1872[31]) ist für die Steinkohlen-Tiefbaugruben des Bezirks die Breite des Sicherheitspfeilers auf 20 Meter festgesetzt, der Verhieb, die Durchörterung oder Schwächung dieser Sicherheitspfeiler von der ausdrücklichen Genehmigung des Oberbergamts abhängig gemacht.

Bei der Aufwältigung eines zu Bruche gegangenen Stollnflügels im

---

[30]) Zeitschr. f. Bergrecht von Brassert u. Dr. Achenbach. Bd. 3. S. 271.
[31]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 20. A. S. 13.

Felde der Steinkohlengrube Franz in Oberschlesien, wobei hinter dem Bruche eine Wassersäule von 15,693 Meter Höhe stand, benutzte man Getriebezimmerung und trieb dabei ein Blechrohr, Anfangs auf 2 Meter Länge, vor; später nahm man ein 4 Meter langes, 78 Millimeter weites starkes Rohr, womit die Lösung in günstigster Weise erfolgte.[32]) Zur Einführung des Rohres wurde mit einem 78 Millimeter breiten Meissel vorgebohrt und das Rohr durch einen hölzernen, mit einem eisernen Kopfe versehenen Rammklotz, welcher an der Streckenfirste aufgehängt war, eingetrieben.

### F. Abbaumethoden.

Bisher sind nur die Betriebe zur Erreichung der Lagerstätten besprochen, hier handelt es sich um die Methoden zur Ausgewinnung derselben. Hierbei wirkt die Natur des Minerals nur untergeordnet ein, bestimmend dagegen sind folgende Momente:

1. Das allgemeine räumliche Verhalten der Lagerstätte, ob plattenförmig, massig, unregelmässig, nierenförmig; bei Plattenform ist noch zu berücksichtigen der Neigungswinkel, das Verhalten in der Richtung des Streichens und Fallens, Mulden- und Sattelbildung, Veränderung in der Neigung; auch bei anderen Formen der Lagerstätten ist der Neigungswinkel zu beachten.

2. Die Mächtigkeit und die innere Structur der Lagerstätten, also bei Erzen, ob die Massen reich oder arm sind, ob sie von taubem Gestein zu trennen oder fein eingesprengt sind, bei Steinkohlen und anderen, ob sie durch Bergmittel durchsetzt sind oder nicht.

3. Das Verhalten des Nebengesteins und die Cohäsion in den Massen selbst, das Vorhandensein von Ablösungen und Schlechten.

4. Die Zahl und die Art des Uebereinanderliegens mehrer Lagerstätten, die in denselben Bau zu ziehen sind, was besonders bei Flötzen wichtig ist, und die Mächtigkeit und Beschaffenheit der Zwischenmittel zwischen den Lagerstätten.

5. Die Rücksichten auf die Wetterführung, namentlich beim Vorhandensein schlagender Wetter.

6. Die Rücksichten auf die Wasserhaltung, welche indess meist nur da zu beachten sind, wenn es sich um das Niedergehen direct unter eine Sohle und in der Lagerstätte handelt.

7. Das Vorhandensein, die Art und der Preis oder Werth des Unterstützungsmaterials, beziehungsweise von Bergen zum Versetzen der Räume.

8. Rücksicht auf die Conservirung werthvoller Sorten des gewonnenen Minerals, namentlich der Stücke bei Steinkohlen, was indess nur nebenbei als Grund zur Wahl einer bestimmten Baumethode durchschlagen kann.

---

[32]) Berg- und hüttenm. Zeitung von Kerl und Wimmer. Leipzig 1872. S. 131. — Zeitschr. f. Gewerbe, Handel und Volkswirthschaft. Redigirt von Dr. Frantz. Beuthen, O. S. 1871. S. 157.

9. Die Art der anzuwendenden Gewinnungsarbeit, von denen indess nur das Feuersetzen und das Auflösen des Salzthons in Sinkwerken von Einfluss sind.

Scheidet man die Auflösung des Salzthongebirges (die Sinkwerke) als etwas durchaus Eigenthümliches aus, so bleiben für sämmtliche Abbaumethoden zwei Hauptgruppen:

I. Mit Bergeversatz, wobei es an und für sich gleichgiltig ist, ob die Berge von Aussen herbeigeschafft werden müssen, was nur ökonomisch von Belang ist, oder ob die Lagerstätte den Versatz selbst bietet, was darauf beruht, dass gewonnene Massen ein grösseres Volumen einnehmen, als anstehende, da ausser dem Raum, welchen die Berge früher einnehmen, auch der ausgefüllt werden muss, welchen das nutzbare Mineral eingenommen hatte; hierbei gelten etwa folgende Zahlen[33]) für die Volumenvermehrung:

Sand, Kies, Gerölle auf $^5/_4$,
weiches Gestein, Steinkohle auf $^3/_2$,
festes Kohlengebirge, Sandstein auf $^5/_3$,
festes Gestein, wie Gneis u. s. w. auf $^9/_4$.

II. Ohne Bergeversatz.

Die Abbaumethoden sondern sich nach diesen Hauptmomenten:

I. Mit Bergeversatz:
- a) Firstenbau nebst Seitenfirstenbau,
- b) Strossenbau nebst Seitenstrossenbau, Firstenkastenbau, Stossbau,
- c) Querbau, mit häufig hereingeförderten Bergen,
- d) Strebbau.

II. Ohne Bergeversatz:
- a) Pfeilerbau:
  1. eigentlicher Pfeilerbau,
  2. Oerterbau,
- b) Stockwerksbau,
- c) Weitungs- oder Kammerbau,
- d) Bruchbau:
  1. Etagenbruchbau,
  2. eigentlicher Bruchbau in zerrütteten Massen, in alten Bauen u. s. w.

Hieran reihen sich

III. besondere Abbaumethoden.
- a) Tummelbau bei Braunkohlen in Rheinpreussen,
- b) Kuhlenbau, welcher schon den Uebergang zum Tagebau macht,
- c) Duckelbau,
- d) Abbau von Putzen.

IV. Sinkwerke.

---

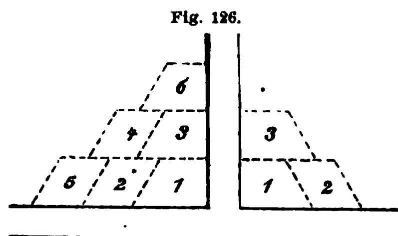
[33]) Der „Berggeist“, Zeitung f. B.- u. H.-Wesen u. Industrie. Köln 1859. S. 453.

### I. Abbaumethoden mit Bergeversatz.

#### a. Firstenbau.

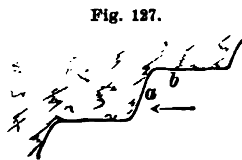
Der Firstenbau findet statt auf steilfallenden Lagerstätten, welche keine grössere Mächtigkeit haben, als dass diese auf einmal hereingenommen werden kann, auf Erzgängen, auf steilen Kohlenflötzen in Belgien, im nördlichen Frankreich, im Königreich Sachsen, auf Kohleneisenstein in Westfalen. Der Bau wird eingeleitet durch eine streichende Strecke in der Lagerstätte, welche entweder die Grundstrecke oder eine Mittelsohle ist, je nach der Höhenerstreckung des in Bau zu nehmenden Mittels der Lagerstätte, demnächst wird ein Ueberbauen von der Sohle aus in der Mitte des Mittels aufgefahren. Der Abbau kann ein- oder zweiflügelig geführt werden, je nachdem man zu beiden Seiten des Ueberhauens beginnt oder nicht, im ersten Fall baut man bis zum nächsten Ueberhauen, im anderen begegnen sich die Baue von zwei benachbarten Ueberhauen aus. Man beginnt mit dem Abbau an der unteren Ecke des Ueberhauens; in dem Maasse, als der untere Stoss ins Feld rückt, wird der nächsthöhere angesetzt, wie es Fig. 126. verdeutlicht. An der Firste bilden sich dadurch umgekehrte Stufen, welche

Fig. 126.




man Firstentreppe nennt, wonach die Baumethode heist: exploitation à gradins renversés oder exploitation par tailles à gradins renversés; die Begränzung der Stufe in der Vertikalebene a (Fig. 127) heisst Firstenstirn oder Brust, in der Horizontalebene b Stossfirste, beide stossen unter stumpfem Winkel zusammen, da der Angriff bei söhliger Stossfirste schwieriger ist, als bei geneigter, so dass dieselbe oft 20 Grad von der söhligen abweicht. Von Einfluss auf den Effect der Arbeit sind Zerklüftungen der Gangmasse und bei schmalen Gängen auch Schichtung des Nebengesteins; bei abfallenden Klüften arbeitet sich besser, weshalb sogar die Gedinge niedriger gestellt werden,[34]) in solchen Fällen würde der zweiflügelige Bau nicht vortheilhaft sein, weil auf dem einen Flügel dann die Klüfte zufallen würden. Ein einflügeliger Bau ist durch Fig. 128. dargestellt.

Fig. 127.



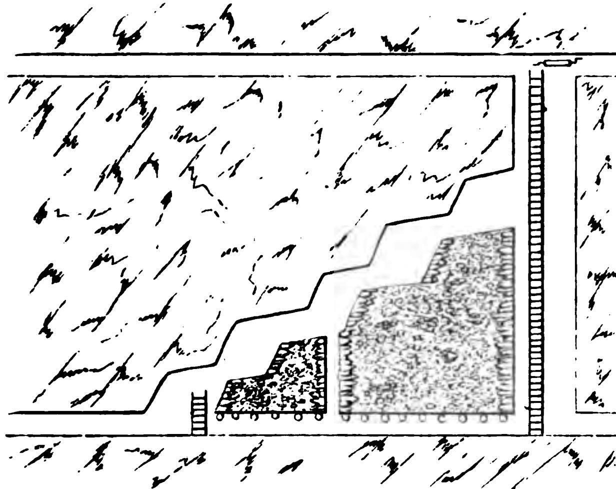

Für die Wahl der Dimensionen sind zwei Momente zu beachten: 1) leichtere Arbeit durch Vermehrung der freien Seiten um eine, 2) Sicherheit der Arbeiter. Daher richtet man jede Firste für einen Mann, höchstens für zwei ein, also ($^3/_4$ bis $1^1/_2$ Lachter) 1,569 bis 3,139 Meter hoch, doch ist im letzteren Falle schon ein Gerüst nöthig, welches bei jedem Schuss

---

[34]) Daub: Der Bergbau des Münsterthals bei Freiburg, in Karsten und v. Dechen Archiv 1846. Bd. 20. S. 540.

entfernt werden muss und in der Schicht mindestens $^1/_2$ Stunde zur Beseitigung und Wiederaufstellung erfordert. Wichtig ist das Verhältniss

Fig. 128.



der Brust zur Stossfirste, weil davon die concentrirte Gewinnung abhängt, in der Regel nimmt man dasselbe wie 1 : $1^1/_2$, auch wohl 1 : 3 bis 4, was aber zu stark ist; nach Daub hat die Brust ($6^1/_2$ Fuss) 2,040 Meter Höhe, die Stossfirste (5 Lachter) 10,462 Meter Länge, wobei die Belegung mit 2 Mann die Gewinnungskosten um 12 bis 13 pCt. vertheuert. Im Maximum giebt man der Stossfirste eine Länge von (5 Lachter) 10,462 Meter.

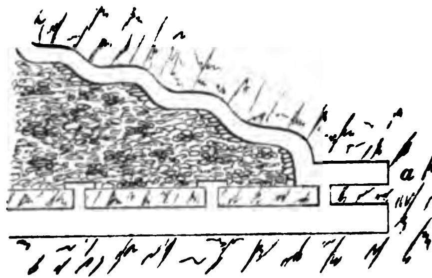
Versatz. Wie der Bau in die Höhe rückt, füllt man hinter sich den ausgehöhlten Raum mit Bergen aus, wozu man taube Gangstücke, Nebengestein vom Verschrämen u. s. w. nimmt. Die Unterstützung des Versatzes gegen die Grundstrecke und das Ueberhauen kann geschehen:

1. durch Holz (Firstenkasten),
2. durch Mauerung (Firstengewölbe), welche beide über der Grundstrecke angebracht werden,
3. durch eine Bergfeste, indem man über der Grundstrecke eine zweite Strecke (Firstenstrecke), a in Fig. 129., treibt, aus welcher die Stösse angesetzt werden, und welche mit der unteren Strecke alle (10 bis 12 Lachter) 20,924 bis 25,108 Meter in Verbindung gesetzt wird.

Die erste und zweite Art der Unterstützung für den Bergversatz sind abhängig von der Dauer der Strecke, der Stärke des Druckes und den Kosten des Materials, wobei zu berücksichtigen ist, dass ein Firstenkasten nicht länger als 8 bis 12 Jahre unversehrt bleibt: am Harz wendet man in der Regel Holz, im Erzgebirge Mauerung an. Bei der Benutzung einer Bergfeste ist der Werth des darin steckenden Erzes relativ entscheidend, welches

so lange Zeit der Benutzung entzogen bleibt, bis die Strecke abgeworfen werden kann, so dass Zinsen verloren gehen; auch entsteht immer Verlust

Fig. 129.




bei dem späteren Abbau, der nicht leicht unter 10 pCt. beträgt. Diesen Abbau kann man dadurch verbessern, dass man die unteren Berge gewölbeartig zusammenlegt und dadurch eine feste Unterstützung für die weiter aufzuschüttenden Berge erhält; oft wird auch der Versatz durch eigenen Druck, durch Druck aus dem Hangenden, durch vitriolische, verkittende Wasser so fest, dass er sehr bald von selbst steht. Der eigene Druck des Versatzes ist im Anfange um so grösser, je höher der Bau, je steiler die Neigung, je grösser die Mächtigkeit der Lagerstätte, wodurch sich die Masse des Versatzes vermehrt, je geringer der Druck aus den Hangenden, welcher den Versatz zusammenpresst und dessen eigenen Druck nicht zur Wirkung kommen lässt. Bei der Bergfeste kommt noch in Betracht, ob die Lagerstätte Saalbänder und Bestege hat oder nicht, und ob im ersteren Falle Wasser vorhanden sind, welche an dem Besteg spülen und die Festigkeit allmälig aufheben; nicht leicht nimmt man die Feste über (1 Lachter) 2,092 Meter stark, oft nur (3 Fuss) 0,942 Meter; fürchtet man, dass sie mit der Zeit durchbricht, so geht man mit der Firstenstrecke etwas ins Liegende, damit dieses einen Theil der Last trage; jedenfalls kommen bei edlen Erzen selten Bergfesten vor.

Die Berge werden stufenweise versetzt, so dass jede Stufe mit einem Firstenstosse zusammenpasst; den Kasten verlängert man jedesmal etwa um (2 Lachter) 4,185 Meter; jede Stufe heisst ein Vorsatz (Versatz), dessen Stirn mit grösseren Steinen ausgesetzt wird, damit die Vorüberfahrenden den Versatz nicht einreissen. Damit die Erze bei der Gewinnung sich nicht in den Versatz verstreuen, namentlich bei werthvollen Erzen, planirt man die Vorsätze, indem man die Wände dicht zusammensetzt, gewissermassen als trockene Mauer aufführt und die Zwischenräume mit klaren Bergen ausfüllt, was um so nothwendiger ist, je leichter die gewonnene Masse in kleine Stücke zerspringt, z. B. bei der Gewinnung von Bleiglanz. Man hat auch die Wände der Vorsätze mit Dammerde, Leinwand, Leder, Brettern bekleidet, um jede Verschleuderung der Erze zu

vermeiden. Bei dem von Daub beschriebenen Firstenbau[35]) werden die Berge nur lose aufgeschüttet, weil dort die Stösse (5 Lachter) 10,462 Meter lang sind und die Schüsse nicht so weit zurückwerfen; bei geringerer Länge aber sind die Vorsätze unentbehrlich, um Erzverlust zu vermeiden. Von geringerer Wichtigkeit ist dies bei sehr edlen Massen, welche nicht geschossen, sondern mit Schlägel und Eisen in einen untergehaltenen Bergtrog getrieben werden, so dass ein Umherschleudern nicht stattfindet.

Die Vorsätze rücken mit der Gewinnung in gleichem Schritt vorwärts. Wird der Druck dabei im Versatze zu gross, so bringt man mehre Kasten an, bei mächtigen Gängen oft von (5 zu 5 Lachtern) 10,462 zu 10,462 Metern, wobei aber der Hauptnutzen des Firstenbaues, nämlich Holzersparniss gegen Strossenbau, verloren geht. Bei sehr mächtigen Gängen treibt man wohl auch die Strecke am Liegenden, gewinnt dann bis zum Hangenden und setzt die Berge unmittelbar auf die Sohle; dann gehen Firstenkasten und Mauerung oft in seitliche Verkleidung über, oder die Strecke erhält ringsum Zimmerung oder Mauerung.

Förderung. Um die Massen von den Gewinnungspunkten zur Grundstrecke zu bringen, wird das Ueberhauen offen gehalten, gegen die abgebaute Fläche, gleich wie die Grundstrecke, durch Firstenkasten oder Mauerung sicher gestellt, und zum Zieh- und Fahrschacht eingerichtet (s. o. Fig. 128). Ausserdem bringt man in gewissen Abständen Rollen im Bergversatz an, nach Gätzschmann von (10 zu 10 Lachter) 20,924 zu 20,924 Meter, (1½ bis 2 Ellen) 1,000 bis 1,334 Meter breit, nach Daub von (8 zu 8 Lachter) 16,739 zu 16,739 Meter, (4½ Fuss) 1,412 Meter breit, deren Wände aus grösseren Bergen trocken aufgemauert werden. In schmalen Gängen macht man sie rechteckig, in mächtigen auch wohl rund. Daub giebt eine Verjüngung nach Oben, indem er sie bei (12 Lachter) 25 Meter Länge bis auf (3 Fuss) 0,942 Meter Breite, auf (1 Lachter 1½ Zoll) 1 Meter 12½ Millimeter zusammenzieht, um das Festsetzen von grösseren Wänden zu vermeiden, wenn die Rolle unten geschlossen ist. Geschlossene Rollen sind die Regel; dieselben gestatten, dass die untere Strecke zur Förderung und Fahrung frei bleibt, während aus offenen Rollen das Haufwerk unmittelbar in die Strecke stürzt, sie verhindern auch, was bei edlen Erzen sehr wichtig ist, die Zerkleinerung der Erze und die Vermehrung des Grubenkleins, ermöglichen ein schnelleres Füllen der Fördergefässe, also überhaupt eine verstärkte Förderung, und machen weniger Gezähe zum Füllen nöthig, endlich bewirken sie Sicherheit für die Fahrenden, die bei offenen Rollen gar nicht vorhanden ist. Dagegen kommt kaum in Betracht, dass sie beständig zum grössten Theil gefüllt erhalten werden müssen, um das Fallmoment für die neu hineinstürzenden Erze zu brechen, dass also ein Theil der Erze ein todtes Kapital bildet. Die Gränze der Anwendbarkeit geschlossener Rollen scheint bei 50 Grad Neigung der Lagerstätte zu liegen, da

---

[35]) Daub a. a. O.

bei flacherer Neigung die Erze nicht mehr rutschen. Vor der Mündung der Rolle in die Strecke wird zum Verschluss der Rollkasten angebracht, ein hölzeres Mundstück, welches vorn mit einem Schieber versehen und so gestellt ist, dass das Fördergefäss untergeschoben werden kann; soll dieses gefüllt werden, so wird der Schieber gezogen und die vorn liegenden Erze rollen von selbst oder mit geringer Hilfe in das Fördergefäss; nach dem Schluss des Schiebers ist oben Raum zur Aufnahme neuer Erze gebildet. Um durch den Rollkasten den Raum in der Strecke nicht zu verengen, bringt man ihn wohl nicht in der Verlängerung der Rolle, sondern seitwärts an oder bei schmalen Gängen ins Liegende oder erweitert die Strecke im Hangenden. Die Rollen werden oben bedeckt, damit keine Berge hineinfallen. Edle Stuferze werden nicht in die Rollen abgestürzt, sondern in Körben für sich gefördert, wogegen die Pocherze in die Rollen abgestürzt werden. Sind mehr Berge vorhanden, als zum Versatz nothwendig sind, so müssen dieselben durch besondere Rollen abgestürzt werden; überhaupt hat man schon bei der Gewinnung für möglichste Trennung des verschiedenen Haufwerks Sorge zu tragen.

In der Regel bleiben im Bergversatz keine weiteren Strecken, als das Ueberhauen und die Rollen offen, in Sachsen nur dann, wenn er über zwei Gezeugstrecken hinausgreift, wo dann auch die obere Strecke offen erhalten wird.

Der Druck des Versatzes wirkt auf die passende Bestimmung der Sohlenhöhen und der Theilungsörter, besonders wenn man mit Firstenkasten arbeitet; Daub hält unter solchen Umständen (12 Lachter) 25 Meter für das Maximum der Höhe eines zusammenhängenden Firstenbaues. In Cornwall nimmt man (10 Fathoms) 17,785 Meter Höhe und theilt den Ortsstoss durch Ueberbrechen in regelmässige Abtheilungen von (15 Fathoms) 26,678 Meter Länge, so dass grosse rechteckige Abschnitte entstehen.[36])

Wenn der Bau der Länge nach fortrückt, werden die zurückliegenden Schächte und Rollen abgeworfen, um einen festen, ununterbrochenen Versatz zu gewinnen, bei gebrächem Gestein, mächtigen Gängen und langen Firstenstössen hat man zur Sicherung, namentlich der Stossfirste, Zimmerung anzuwenden, indem man Stempel unterzieht, welche man beim Vorrücken des Baues einzeln wieder zu gewinnen sucht.

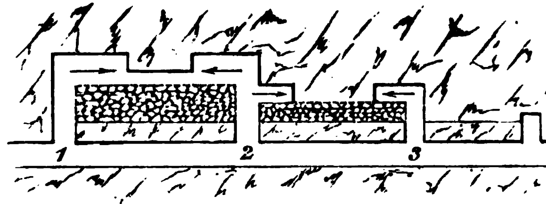
Ob man alle im Erzmittel möglich anzubringende Stösse gleichzeitig vortreibt, richtet sich nach den verlangten Förderungen, wie dies z. B. auf den Eisensteingruben im Siegener Lande geschieht, wo man dann zur Vermehrung der Versatzberge solche aus dem alten Mann herbeischafft. Gelangt man mit den Stössen an taube Mittel, so stellt man ihren Betrieb ein, wenn man es nicht für nöthig hält, wenigstens mit einem derselben als Untersuchungsort weiter vorzugehen.

---

[36]) Combes: Traité de l'exploitation des mines, tome II. pag. 153.

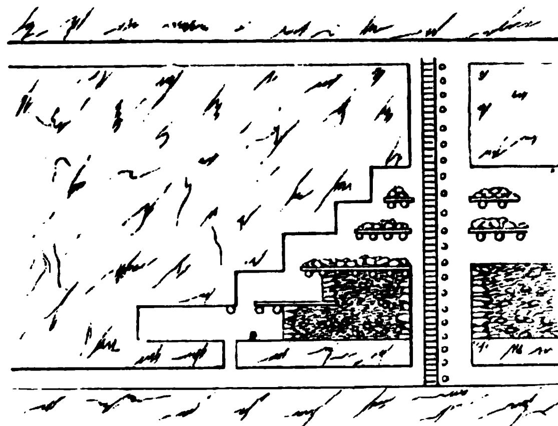
Eine besondere Art von Firstenbau wird auf der Bleierz- und Blendegrube Apfel bei Bensberg geführt, wo man zwei benachbarte, um (6 Lachter) 12,554 Meter von einander entfernte Rollen um die Höhe eines Firstenstosses vortreibt und dann von beiden Rollen aus sich entgegenarbeitet in der Richtung der Pfeile in der Fig. 130.

Fig. 130.




Der Firstenbau zu Przibram, Fig. 131, wird in folgender Weise geführt. Zwischen zwei Grundstrecken wird ein Abhauen oder Ueberhauen getrieben und zur Fahrung eingerichet; (10 bis 12 Lachter) 20,924 bis 25,108 Meter von diesem entfernt wird, eine Rolle (Schutt) geführt. Ueber der unteren Strecke bleibt eine Bergfeste stehen; die Stossfirste wird söhlig, die Brust seiger getrieben, jeder Stoss wird (2 Lachter) 4,185 Meter lang, ($1^3/_4$ Lachter) 3,662 Meter hoch genommen. Ist man ein Stück in die Höhe gelangt, so bringt man Bergversatz an, aber est (5 bis 6 Lachter) 10,462 bis 12,554 Meter vom Abbaustosse entfernt, bis dahin wird Kasten geschlagen.

Fig. 131.



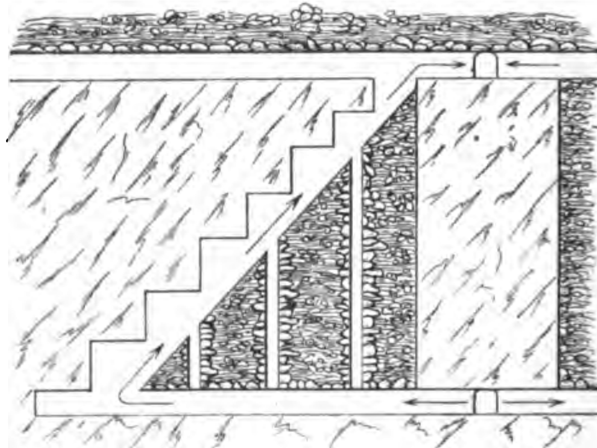
Firstenkastenbau entsteht, wenn die vorhandenen Berge zum Füllen des Raumes nicht ausreichen; alsdann bekommen 2, 3, 4 oder mehr Stösse je nach Umständen einen besonderen Kasten, und es bleiben somit im Bergeversatz Streken offen. Der Bau ist kostspielig wegen des grossen Holzaufwandes und deshalb im Ganzen selten.

Firstenbau auf Steinkohlenflötzen. In Belgien und Nordfrankreich, auf den Gruben Ebersdorf und Berthelsdorf im Hainicher Bassin des Königreichs Sachsen wird ein Firstenbau geführt, der in den ausserdeutschen Ländern l'exploitation à gradins renversés heisst im Gegensatz zu der nirgends mehr angewendeten l'exploitation à gradins droits; wird das Fallen flacher, so entstehen Uebergänge in den Strebbau mit abgesetzten Stössen. Er ist ein Gegensatz zu l'exploitation par tailles droites, wobei ohne Rücksicht auf die Neigung die ganze Höhe zwischen zwei Sohlenstrecken auf einmal verarbeitet wird, wie er noch hin und wieder auf den stehenden Flügeln vorkommt.

Durch die Lagerungsverhältnisse entsteht der Gegensatz zwischen stehenden Flügeln der Steinkohlenflötze (dressants, droits, couches à roissependage) und flachen Flügeln (plats, plateurs); jene unterliegen jetzt in der Regel dem Firstenbau. Die Flötze haben in der Mehrzahl nur 500 Millimeter Mächtigkeit, wenige 800 bis 900 Millimeter, noch seltener sind Mächtigkeiten von 1,000 bis 1,300 und 1,500 Meter. Das Nebengestein ist im Ganzen gut, dagegen sind schlagende Wetter häufig.

Der Bau[37]) umfasst in der Regel die ganze flache Höhe zwischen zwei Sohlenstrecken, deren seigere Entfernung 25 bis 40 Meter beträgt. In seltenen Fällen hat man ein Theilungsort und baut oberhalb desselben zuerst ab, z. B. wenn die schlagenden Wetter so stark sind, dass der vorhandene Wetterzug für die ganze Höhe auf einmal nicht ausreicht. Der Bau entspricht

Fig. 132.



der obenstehenden Skizze Fig. 132. Von der oberen Sohle geht man mit einem Abhauen bis zur unteren, mit deren Fortschreiten man die Firtenstösse

[37]) Ponson: Traité de l'exploitation des mines de houille tom. II. S. 363. — Sello: Notizen über d. Bergw- u. Hüttenbetrieb in Belgien in Zeitschr. f. B.-, H. u. S.-Wesen. Bd. 6. B. 39.

ansetzt. Nach Ponson sind die Arbeitsstösse 1,800 bis 3,000 Meter hoch, eine grössere Höhe führt die Uebelstände der tailles droites mit sich; auf der Grube Grand Bac sind nach Sello die Stösse 2 Meter hoch und lang. Jeder Stoss ist mit einem Hauer belegt, der sich auf eine Art Bühne stellt. Zimmerung wird je nach Bedürfniss angewendet. Das Material zum Versatz bildet sich theils aus unreinen Schramkohlen, Bergmitteln und Nachfall des Nebengesteins, theils aus Bergen vom Aufräumen der oberen und vom Betriebe der meist zur Pferdeförderung, also in grossen Dimensionen aufgefahrenen unteren Strecke; die beim Abbau aus dem Hangenden oder Liegenden gewonnenen Berge werden nach der Schicht oder des Nachts von einer Handlangerkette kleiner Knaben in Körben zum Stosse hinaufgereicht und fest zwischen die Zimmerung verpackt. Der Versatz zieht sich in schräger, etwa 45 Grad gegen die Grundstrecke geneigter, der Firstentreppe entsprechender Linie herab; ein Aufmauern findet hierbei nicht statt. Auf die Bergewirthschaft wird grosse Sorgfalt verwendet, nur selten tritt der Fall ein, dass wegen Mangels an Bergen eine söhlige Mittelstrecke offen gehalten werden muss, welche dann zur Förderung benutzt wird. Die zur Aufrechthaltung der Stösse erforderliche Zimmerung bleibt meistentheils in dem Bergeversatze zurück, geht also verloren, da dieser indess dem Stosse unmittelbar nachrückt, so sind die Hölzer meist nur von geringer Stärke; dagegen erfordert die untere Strecke besonders dauerhafte Zimmerung.

Die Förderung erfolgt an einzelnen Stellen in der Weise, dass man die Kohlen auf dem Versatz hinuntergleiten lässt, wodurch die Kohlen verunreinigt werden und die Stücke zerbrechen, diese Methode ist nur anwendbar bei sehr starkem Fallen. Gewöhnlich bringt man unten geschlossene Rollen an, welche je nach Bedürfniss im Bergversatz durch Zimmerung offen gehalten werden, in Entfernungen von 10 zu 10 Metern; auf der Grube Grand Bac hat man für je 2 Stösse, also für je 4 Meter Länge eine Rolle; der Arbeiter entfernt von Zeit zu Zeit sein Gerüst und lässt die Kohle in das nächste Rollloch gleiten. Nach einer dritten Methode[38]), welche im Couchant de Mons gebräuchlich ist, lässt man im Bergeversatz diagonale, 8 bis 10 Grad, höchstens 18 bis 20 Grad geneigte Förderstrecken offen, welche durch kurze Rollen mit den Arbeitsstössen in Verbindung stehen. Fig. 133.

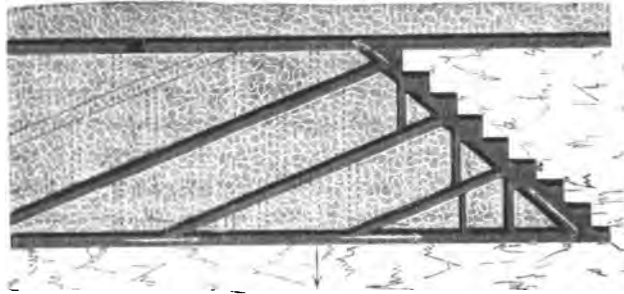
Die Vortheile dieser Baumethode sind Concentrirung des Abbaues und kräftiger Wetterzug, der allerdings bei dem Bau mit tailles droites noch stärker ist, weil dabei die Winkel der Stösse fehlen. Dagegen hat sie den Nachtheil, dass die Ablösungen der Kohle nicht berücksichtigt werden können, was indess bei stark stehenden Flötzen überhaupt kaum möglich ist, ferner dass die Kohlen verunreinigt und zerkleinert werden und die verschiedenen Kohlensorten nicht schon in der Grube auseinander gehalten werden können.

---

[38]) Ponson a. a. O. tome II. pag. 432.

Die Gedingeschliessung erfolgt in Belgien nach der Quadratfläche des ausgehauenen Raumes, wobei natürlich als ein wichtiger Faktor die Mächtigkeit des Flötzes mit in Rechnung zu ziehen ist. Bei Erzgruben

Fig. 133.



erfolgt die Gedingeschliessung nach der ausgewonnenen Länge, oder man bezahlt in Schichtlohn. In Cornwall verdingt man die Arbeit an den Wenigstfordernden und bezieht sich auf Menge und Gehalt der aufbereiteten Erze oder den Preis, welcher beim Verkauf derselben erzielt wird, wobei die Unternehmer selbst die Kosten der Förderung und Aufbereitung bezahlen; unter einen gewissen Normalsatz lässt man das Angebot nicht heruntergehen. Die Verdingung findet alle 2 Monate statt, wobei in der Regel eine Gesellschaft von 2 bis 8 Personen (tributers) eine Arbeit übernehmen.[39])

### *b.* Strossenbau.

Der Strossenbau (l'exploitation à gradins droits) ist gleichsam die Umkehrung des Firstenbaues, aber älter als dieser. Auf Steinkohlengruben wird er wohl nicht mehr angewendet, weil die Kohle durch das Daraufstehen der Arbeiter verdorben wird, und weil ein kräftigerer Wetterzug nothwendig ist, dagegen findet er sich noch auf Erzgängen, welche ein starkes Fallen und nicht mehr als (3 Lachter) 6,277 Meter Mächtigkeit haben; am häufigsten tritt er in den Erzgruben von Cornwall auf.[40])

Der Bau wird eingeleitet durch eine obere Strecke und durch ein von dieser aus abgeteuftes Abhauen, welches wo möglich in die Mitte des abzubauenden Mittels zu stehen kommt; der Abbau kann schon vor dessen Vollendung oder vielmehr mit dessen Fortschreiten begonnen und fortgeführt werden, dabei ist eine untere Strecke nicht erforderlich, wenn die Wasser nicht zu bedeutend sind. Der Anhieb beginnt (Fig. 134) mit dem Aushieb eines würfelförmigen Körpers in der Ecke, welche Strecke und Abhauen machen, dann folgen die Strossen zuerst im Streichen, dann im Fallen u. s. f., wie die Figur zeigt. Man kann den Bau einflügelig oder

[39]) Report of the Commissioners appointed to inquire into the condition of all mines in Great Britain, to which the provisions of the act 23 & 24. Vict. cap. 151 do not apply. London 1864.

[40]) Zirkel: Zeitschr. f. B.-, H. u. S.-Wesen. Bd. 9. B. S. 249.

zweiflügelig führen, das letztere ist die Regel, wenn das Abhauen gewöhnlich in der Mitte des Mittels steht.

Die Stufen (Strossen). Die Begränzung der Stufe in der Verticalebene g (Fig. 135) heisst Stirn oder Brust, in der Horizontalebene h Sohle. Ursprünglich waren die Stufen rechtwinkelig, namentlich als noch das Feuer-

Fig. 134.

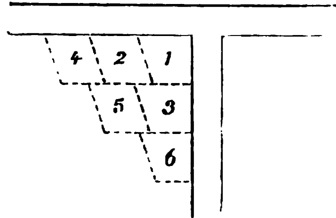



Fig. 135.




setzen häufiger angewendet wurde, jetzt giebt man aber den Stufen stumpfe Winkel, weil sich dieselben besser und leichter aushauen lassen, auch zur Fahrung geeigneter sind; die Sohle legt man geneigt, damit die Wasser ablaufen können, doch nicht über 120 Grad. Werden die Gänge rechtwinkelig gegen das Streichen von Klüften durchsetzt, so legt man Stirn oder Sohle in dieselben. Die Sohle nimmt man länger, als die Stirn hoch, weil dann die Arbeit vor der kleineren Strossenbrust leichter ist, der Arbeiter sicherer steht, auch das Gewonnene nicht so leicht herabfällt, das Verhältniss der Stirn zur Sohle beträgt 2 : 3, auch wohl 1 : 4; bei Schlägel- und Eisenarbeit machte man früher die Sohle ($^1/_2$ bis $^3/_4$ Lachter) 1,046 bis 1,569 Meter lang, jetzt bei Schiessarbeit (4 bis 6 Lachter) 8,369 bis 12,554 Meter lang, die Stirn ($1^1/_4$ bis $1^1/_2$ Lachter) 2,615 bis 3,139 Meter hoch Damit möglichst wenig Erz verloren geht und nicht verunreinigt wird, werden die einzelnen Stösse geschrämt, die Berge versetzt, die Sohlen rein gekehrt und dann erst die Erze gewonnen; hierauf sondert man die mitgefallenen Berge aus und versetzt sie, scheidet das Grubenklein von den Wänden und fährt in der Gewinnung fort.

Für den Bergeversatz werden Kasten geschlagen, wo möglich aus barfuss liegenden, d. h. zwischen Hangendes und Liegendes eingekeilten Stempeln a (Fig. 136) oder eingebühnten Stempeln b (Fig. 137) bestehend, bei mächtigen und stark stehenden Gängen, wendet man wohl Sparrenstempel c (Fig. 137) oder Stempel mit Anpfahl d (Fig. 136) an. Hat man nicht genug Berge zum Versetzen, so hat man Kasten mit Stempeln, Lagerhölzern und Unterzügen, wie e in Fig. 138 anzuwenden. Ueber den Kastenstempel legt man einen Verschluss von gerissenen Hölzern, auf welchen die Berge aufruhen. Je flacher das Fallen und je geringer die Mächtigkeit ist, desto weiter kann man die Kasten von einander entfernt schlagen, weil alsdann die auf ihnen ruhende Last geringer ist; häufig entspricht ein Kasten zwei Strossenhöhen. Die Kasten schreiten mit den Bauen fort, dürfen aber nicht ganz bis an die Abbaustrossen vorrücken, damit ein Fahrraum bleibt

und keine Beschädigung der Kasten durch Schüsse stattfindet. Reichen die vorhandenen Berge nicht zum völligen Versatz und sind ohne grosse Kosten keine herbeizuschaffen, so setzt man nur einen Theil des ausgehauenen Raumes voll aus und lässt den übrigen als Förderstrecken offen.

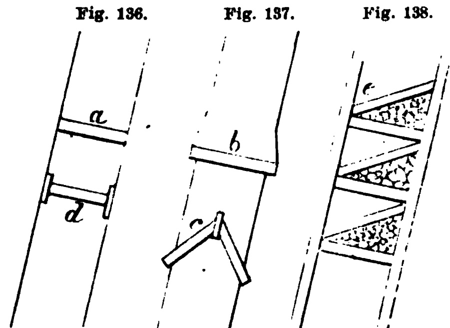
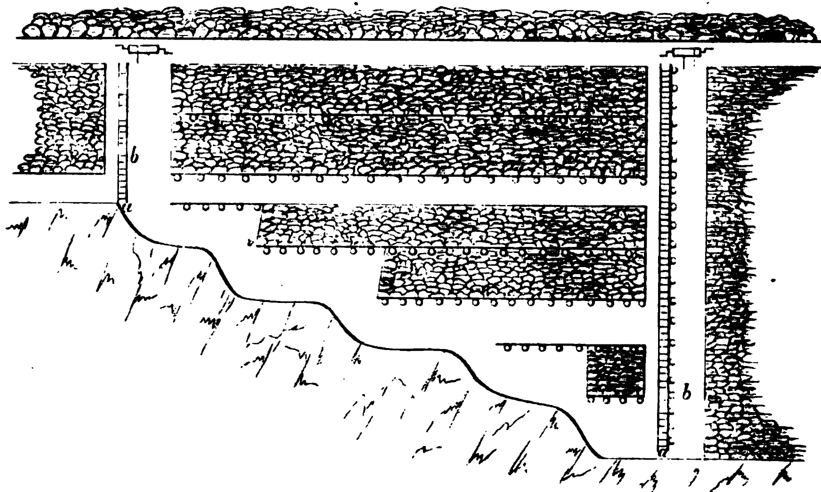


Fig. 136. Fig. 137. Fig. 138.

Förderung. Die reichen Erze werden in Körben gesammelt und die Fahrten hinauf-, wenn untere Strecken vorhanden, in diese hinabgetragen; für die ärmeren Erze lässt man alle (10 Lachter) 20,924 Meter der Höhe zwischen den Kasten eine Strecke offen, die nach dem Schachte führt. Wenn man eine untere Strecke mit dem Bau erreicht, so kann man einen Theil des Haufwerks durch Rollen abwärts fördern, darf aber darin nie Erze und Berge abwechselnd schütten, sondern nur entweder Erze oder Berge. In einer Entfernung von (15 bis 20 Lachter) 31,385 bis 41,847 Meter vom

Fig. 139.




ersten Schachte wird ein zweiter offen erhalten und der erste, wenn er nicht mehr nöthig ist, verstürzt, um dem Versatz mehr Festigkeit zu geben. Fig. 139, worin a Fahrten und b Ziehschächte bedeuten.

Die Wasser werden in Rinnen am Liegenden abwärts bis in eine Strecke und von da zum Schachte geführt, von wo sie mit Handpumpen oder mit Kübel und Haspel gewältigt werden.

Die Wetterführung ist oft schwierig, wenn keine untere Strecke vorhanden ist, doch kann man dann die im Versatz offen bleibenden Strecken benutzen.

Ist das Gestein auf grössere Erstreckung taub, so hat man tauben Stoss, treibt ein Feldort hinein und geht in günstigem Falle mit neuen Strossen nieder, viele solcher abgesonderter Strossenbaue sind indess nicht gut, weil sie die Wasserabführung erschweren.

Vergleichung des Strossen- und Firstenbaues. Mit dem Strossenbau kann man sofort zum Abbau schreiten, wenn man ein bauwürdiges Mittel gefunden hat, beim Firstenbau muss man dasselbe erst mit einer Strecke unterfahren und dann von Unten angreifen. — Bei jenem werden die Arbeiten meist nach Unten geführt, sind dadurch an sich leichter und gestatten schwereres Gezähe, bei diesem ist die Arbeit zwar unbequemer, aber die nach Unten wirkende Schwere des Gesteins kommt zu Hilfe. — Bei jenem stehen die Arbeiter sicherer und bequemer und Erzverlust ist weniger zu fürchten, man übersieht auch weniger leicht hangende und liegende Trümmer, die man auffindet, wenn man festes Gestein für den Kastenschlag aufsucht. Der Firstenbau ist gefährlicher, da Massen leichter hereinstürzen können, auch ist Erzverlust gar nicht zu vermeiden. — Trotz der Vortheile, welche hiernach der Strossenbau bietet, ist die anzuwendende Zimmerung ein Moment, welches ihn nicht empfiehlt, dieselbe ist sehr kostspielig, lässt sich nach dem Schadhaftwerden nicht gut erneuern, giebt daher leicht Veranlassung zu Brüchen, so dass verlassene Strossenbaue weit gefährlicher sind als Firstenbaue. Hiervon liefern die Grubenbaue am Harz genug Beispiele, wo bis zum zweiten Jahrzehnt dieses Jahrhunderts der Strossenbau noch vorherschend war, jetzt aber verschwunden ist. Zu dem grossen Nachtheile, welchen die Zimmerung beim Strossenbau mit sich führt, kommt, dass beim Firstenbau die Wasserhaltung ganz fortfällt, der Versatz keine Schwierigkeiten macht, während man beim Strossenbau denselben über sich setzen muss und ihn deshalb nicht recht dicht erhält, auch ist die Förderung uubequemer und die Wetterführung oft misslich. Den meisten Ausschlag zum Verlassen des Strossenbaues hat aber die Zimmerung gegeben.

Auf den steil stehenden sog. rechten Flügeln der Kohlenflötze im Wormrevier bei Aachen[41]) wird ein strossenartiger Abbau von Oben nach Unten geführt. Die Kohlenhöhe zwischen zwei Abbaustrecken beträgt ungefähr 8,370 Meter. Unter der oberen Abbaustrecke lässt man einen Kohlenstreifen von 628 bis 942 Millimeter stehen und unterzieht denselben mit starken Stempeln, welche je 628 Millimeter von einander entfernt gelegt und ins Hangende und Liegende eingebühnt werden; unter jeden Stempel

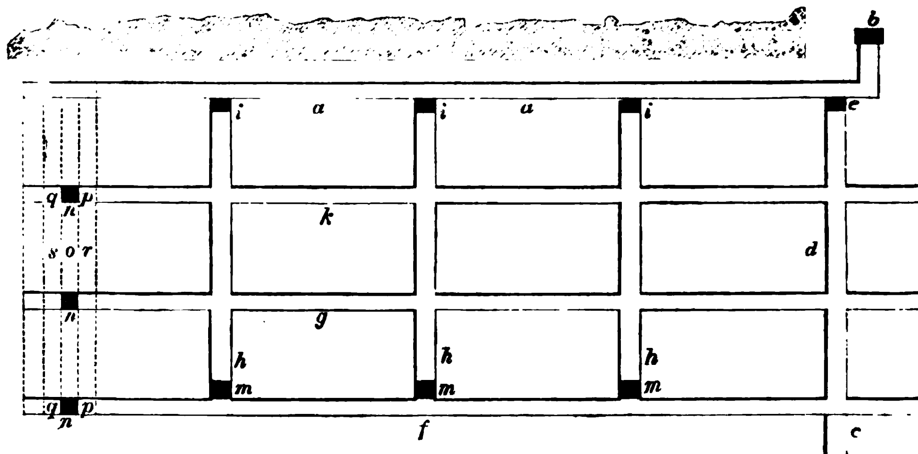
---

[41]) Zeitschr. f. B.-, H. u. S.-Wesen. Bd. 17. B. S. 61.

wird zu grösserer Sicherheit der Arbeiter ein zweiter Stempel von ca. 27 Centimeter im Quadrat eingebracht, aber nur ins Hangende eingebühnt, gegen das Liegende mittelst Anpfahl angetrieben. Beim Weiterrücken des Abbaues nach Unten werden in Entfernungen von 1,255 bis 1,569 Meter je nach der Festigkeit des Hangenden weitere Stempelreihen geschlagen. Unter der oberen Abbaustrecke wird zunächst, gewissermassen als Einbruch, ein Streifen Kohle von 628 bis 942 Millimeter Höhe ausgehauen, worauf der Abbau strossenförmig von Oben nach Unten erfolgt. Der ausgehauene Raum geht allmählig zu Bruche, wobei das Holz in der Regel nicht wieder gewonnen wird.

Für das mächtige Braunkohlenflötz bei Leoben hat man früher Firstenbau (Firstulmbau) angewendet, denselben aber in Strossenbau (Strossulmbau) in neuester Zeit umgeändert.[42]) Die frühere Methode war verhältnissmässig theuer, weil alle Abbaustrecken versetzt werden mussten; da der Versatz der tieferen Strecken nachgab, auf diesem aber die Zimmerung der oberen Strecken ruhte, so gerieth die hangende Kohle in Druck und der Procentfall an Stückkohlen wurde geringer, auch wurde die Gefahr für Grubenbrand dadurch erhöht; ferner erforderte diese Methode eine grosse Zahl von Belegorten, weil die Hauer, welche eine Strecke aufgefahren hatten, während des Versatzes dieser Strecke zu anderer Arbeit gelegt werden mussten. Diese Nachtheile suchte man durch den Stossbau zu vermeiden.

Fig. 140.

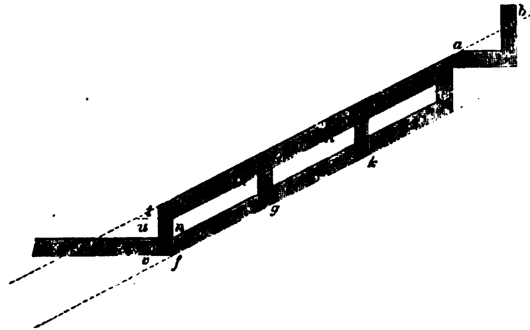



Nach den Fig. 140 und 141 erhält das vorgerichtete Feld eine flache Höhe von (30 Klafter) 56,880 Meter und eine unbestimmte streichende

[42]) Ritter von Miller-Hauenfels: Die Fortschritte im Abbau des mächtigen Braunkohlenflötzes bei Leoben in berg- und hüttenm. Jahrb. der k. k. Bergakademien Pribram und Leoben und der k. ungar. Bergakademie zu Schemnitz f. d. J. 1868/69. Prag 1870. S. 410. - Der Berggeist. Köln 1871. S. 145.

Länge. Unter Anstehenlassen eines Sicherheitspfeilers gegen den alten Mann wird das Baufeld oben durch eine im Hangenden getriebene Wetterstrecke a abgegränzt, welche mit einem Wetterschachte b in Verbindung steht; gelöst ist das Abbaufeld durch den Querschlag c vom Schachte aus, so wie durch den Bremsberg d, welcher zur Förderung dient. Sobald der Querschlag das Flötz erreicht hat, wird die Grundstrecke f im Liegenden aufgefahren und Behufs der Wetterführung in (10 Klafter) 18,960 Meter flacher Höhe eine Parallelstrecke g geführt, welche in Entfernungen von je 37,920 Meter mittelst flacher Durchhiebe h mit der Grundstrecke durchschlägig gemacht werden. Die Durchhiebe h werden ansteigend bis zur oberen Baugränze erlängt und mittelst seigerer Ueberbrechen i mit der

Fig. 141.




Wetterstrecke a in Verbindung gesetzt, von welcher ausserdem ein Wetterabhauen e durch das Flötz bis zum Liegenden führt. Auf diese Weise ist die Wetterversorgung des Baufeldes bewirkt, indem man immer nur das hinterste Aufhauen h offen erhält, die weiter vorliegenden aber durch Wetterthüren oder Wetterverdämmungen abschliesst. Ausserdem gehören zur Feldesvorrichtung noch ein oder mehrere Theilungsstrecken k, durch welche die flache Höhe der Abtheilungen von je 18,960 Meter Höhe getheilt wird. Zunächst werden die Kohlen in den flachen Aufhieben h firstenartig in einer Breite von (1½ Klafter) 2,894 Meter gewonnen und der ausgehauene Raum vollständig ausgesetzt, wobei die Gesenke i als Wetterwege und zugleich als Rolllöcher für die zu versetzenden Berge dienen, während zur Fahrung und zum Absturz der Kohlen die Rolllöcher m nachgeführt werden. Der specielle Abbau erfolgt demnächst in folgender Art. Aus allen Abbaustrecken, einschliesslich der Grundstrecke, werden gleichzeitig die seigeren Ueberhauen n vom Liegenden zum Hangenden des Flötzes betrieben und demnächst gleichfalls gleichzeitig am Hangenden die Strecken o in der Fallrichtung durchgeführt, bis sie unter einander und mit der Wetterstrecke a durchschlägig sind. Alsdann werden diese Strecken o nach der ganzen flachen Höhe des Abbaufeldes zu Bruche geworfen und zwar von Unten gegen Oben fortschreitend, wobei die Strecke

a den Rückzug sichert und die Ueberhauen n durch Zimmerung gegen das Zubruchegehen geschützt sein müssen. Hierauf geht man von den Ueberhauen n aus streichend mit den Strecken p und q vor und gewinnt die Angriffsstellen für die Strecken r und s, welche demnächst in gleicher Weise zu Bruche geworfen werden, wie die Strecke o. Die Zimmerung für diese Strecken ist gewöhnliche Thürstockzimmerung Fig. 142. Sie erhält aber ausser den beiden Thürstöcken u und v noch den Stempel w, welcher dem Thürstock v näher steht, als dem anderen u, so dass für den Betrieb der benachbarten Strecke jedesmal ein Wetterkanal gebildet wird. Vor dem Zubruchewerfen der Strecke wird der Stempel w mit Schwarten benagelt, ebenso die Sohle mit solchen belegt, endlich die Kappe bei x und y durchgehackt. Die Schwarten bei w verhindern das Eindringen der Bruchmassen in die nebenliegende Strecke, die an der Sohle dienen zum Abfangen der Bruchmassen gegen die unteren Baue.

Fig. 142.




Wenn auf diese Weise die Oberbank des Flötzes abgebaut und das Dach derselben zu Bruche geworfen ist („das Flötz geköpft ist"), so wird von den Ueberhauen n aus die Mittelbank in ganz gleicher Weise in Verhieb genommen, wobei der Durchschlag mit der Wetterstrecke a den Wetterwechsel und den Rückzug beim Zubruchewerfen der Pfeilerörter sichert. Endlich erfolgt in gleicher Weise der Verhau der unteren Bank, mit welcher die ganze Mächtigkeit des Flötzes abgebaut ist; wäre das Flötz noch mächtiger, so würde es keinem Bedenken unterliegen, den Abbau auf vier und mehr Bänke zu richten. Die Baue der unteren Bank wirft man übrigens nicht durch Rauben der Zimmerung zu Bruche, sondern überlässt sie sich selbst, so dass sie nach und nach zusammenbrechen; auch schützt man die Sohle dieser Baue nicht durch Schwartenpfähle, weil die Baue der nächsten Sohle durch einen Kohlensicherheitspfeiler von den oberen Bauen getrennt werden, also eine Sicherung gegen Bruch nicht erforderlich ist.

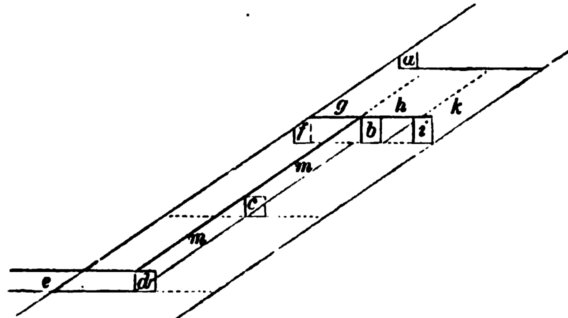
Im Allgemeinen ist noch zu bemerken, dass die Pfeilerörter 2,894 bis 3,792 Meter breit und 2,212 bis 2,528 Meter hoch genommen werden. Die streichenden Verhiebe p und q werden innerhalb der Brüche offen gehalten, um zu den Pfeilerörtern gelangen zu können, weshalb man auch die Ueberbrechen n nicht auf die Punkte beschränkt, welche in der Figur angegeben sind, sondern man bringt sie überall da an, wo sich eine Gelegenheit bietet, namentlich bei den flachen Aufhieben h. Nach Figur 141 bleibt nach Beendigung des beschriebenen Abbaues am Fusse der Bauabtheilung noch ein Dreieck anstehen, welches aus der Bausohle noch zu gewinnen ist; dies geschieht etagenförmig von Oben nach Unten. Die oberen Etagen werden mittelst der Querörter t und u abgebaut und zu

Bruche geworfen, während die untere Etage v durch die streichenden Oerter 1, 2, 3 u. s. w. ausgekohlt wird.

Es ist selbstverständlich, dass nicht, wie in der Figur, nur der hinterste Theil des Baufeldes in Bau genommen wird, sondern je nach dem Kohlenbedarf an mehren Punkten gleichzeitig Abbau geführt wird, wobei man die Pfeilerabschnitte etwa 18,960 Meter breit nimmt und als Regel gelten lässt, dass der Verhieb um so weniger vorgerückt sein darf, je mehr die Pfeilerabschnitte sich der Hauptbaugränze nähern.

Der beschriebene Abbau würde erst dann ein wirklicher Strossenbau sein, wenn die Pfeilerörter nicht zu Bruche geworfen, sondern mit Bergen versetzt würden; der Bau würde dann für das Leben der Arbeiter sicherer und bei dem reichen Bitumengehalt des Dachgebirges vor der Gefahr des Grubenbrandes grösseren Schutz gewähren, indess würden die Kosten sehr bedeutend steigen, weil die Herbeischaffung und Versetzung der Berge an dieser Stelle etwa eben so viel kostet, wie die eigentliche Kohlengewinnungsarbeit. Ein theilweiser Versatz findet auf einer anderen Grube, welche dasselbe Flötz baut, statt. Das Abbaufeld wird vom Schachte aus durch einen Querschlag e (Fig. 143) gelöst. Neben dem alten Mann des oberen abgebauten Feldes wird eine Strecke a offen gelassen, welche für das

Fig. 143.




nächst untere Feld als Wetter- und Versatzstrecke dient und daher mit einem Schachte in Verbindung steht, durch welchen die Versatzberge eingehängt werden, sofern diese nicht aus Bergmühlen zu gewinnen sind. Die Vorrichtung des in Bau zu nehmenden Kohlenpfeilers erfolgt in der Mitte der Flötzmächtigkeit durch die streichenden Strecken b, c, d, von denen die obere b mit der Wetterstrecke durch ein Ueberhauen durchschlägig gemacht wird, die untere d als Hauptförderstrecke dient. Diese Strecken theilen das Feld in streichende Pfeiler von 15,168 Meter (8 Klafter) flacher Höhe und werden alle (20 bis 25 Klafter) 37,920 bis 47,400 Meter durch flache Aufhiebe mit einander verbunden, von denen der vorderste m als Bremsberg hergerichtet wird. Von den in solcher Weise gebildeten Pfeilerabschnitten werden die hintersten und obersten zuerst in Bau genommen. Zu diesem Zwecke wird von b aus querschlägig bis zum Hangenden vor-

gegangen und die streichende Strecke f am Hangenden aufgefahren, von welcher aus ansteigend Pfeilerabschnitte bis zur Strecke a in der hangenden Flötzbank g abgebaut und von a aus mit Bergen versetzt werden, bis die ganze hangende Flötzbank in solcher Weise ausgewonnen ist. In gleicher Weise wird von b aus die Mittelbank h gewonnen und der Raum von a aus versetzt, wobei, wie schon bei g, die Sohlen der Abbauörter mit Schwartenpfählen belegt werden, um beim Abbau der tieferen Pfeilerabschnitte vor dem Niederrutschen des Bergeversatzes gesichert zu sein. Zuletzt wird von b aus die Strecke i in der liegenden Flötzbank k gelöst und diese von hier aus in gleicher Weise abgebaut; die Abbauörter werden hier aber nicht versetzt, sondern zu Bruche geworfen. Demnächst wird der weiter unten gelegene Pfeilerabschnitt in Angriff genommen, wobei die Strecke f — an Stelle der Strecke a — als Wetterstrecke und zur Zuführung von Versatzbergen dient. In gleicher Weise schreitet der Bau bis zu unteren Grundstrecke vor.

### c. Seitenstrossenbau und Seitenfirstenbau.

Der Seitenstrossen- und Seitenfirstenbau sind Abarten der vorigen Methoden für sehr mächtige Gänge, auf denen man den Querbau nicht anwenden will. Da eine Weite der Baue von über (2 Lachter) 4,185 Meter leicht gefährlich wird, so theilt man den Gang nach seiner Mächtigkeit in 2 bis 3 Streifen und baut jeden derselben für sich ab, wobei man im Liegenden beginnt und den vorhergehenden Streifen versetzt, bevor man den folgenden in Angriff nimmt; auch die Hauptstrecke hält man an oder im Liegenden, so dass man von Zeit zu Zeit herüberbrechen und einen neuen Stoss in Angriff nehmen kann. Fig. 144. Bei diesem Bau wird Zimmerung nöthig, theils zur Unterstützung, theils um das Hereinrollen der seitlich befindlichen Berge des ersten Versatzes zu verhindern; man treibt deshalb mit Pfählen ab, was gefährlich ist und viel Holz kostet. Ist das Fallen indess sehr flach, so braucht man oft gar keine Zimmerung, indem die Berge ohne Weiteres liegen bleiben; deshalb baut man auch oft nicht nach der Fallrichtung des Ganges, sondern in einer schwächeren Neigung ab, wodurch man den Versatz weniger zum Rutschen geneigt macht.

Fig. 144.



Der Seitenstrossenbau wurde früher besonders im Sauberge bei Ehrenfriedersdorf angewendet, wo man die Erzmittel der sehr mächtigen Gänge mittelt Feuersetzen gewonnen hatte und später fand, dass die Gewinnung der Saalbänder auch noch lohnte. Es wurden die Schalen zu beiden Seiten des ausgewonnenen Raumes durch Seitenstrossenbau hereingenommen.

Der Seitenfirstenbau ist jetzt überaus häufig auf den mächtigen Bleierzgängen am Harz, wo man, als der Strossenbau aufgegeben wurde, z. B. auf Bergwerkswohlfahrt[13]) anfänglich Querbau einzurichten beabsichtigte, aber zu dem Seitenfirstenbau überging.

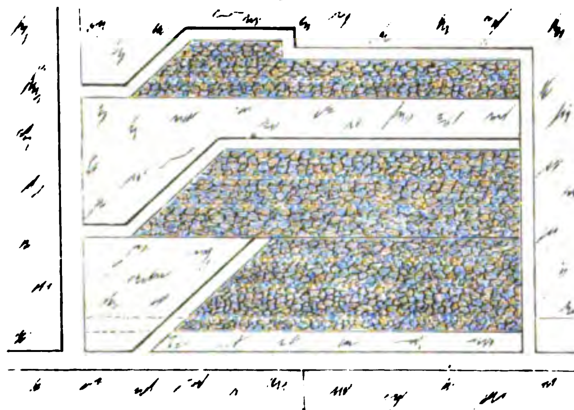
Man treibt die Hauptstrecke im Liegenden, nimmt die Firstenabschnitte etwa ($^5/_4$ Lachter) 2,615 Meter breit, lässt die Berge unmittelbar auf der festen Sohle ruhen, wodurch für die Baue in der nächst tieferen Etage, wenn sie sich den oberen nähern, die Nothwendigkeit entsteht, den oberen Erzdeckel abzutreiben, damit die Berge von oben nicht hineinstürzen, wodurch aber die Kastenschläge vermieden werden, welche mindestens 3 bis 4 Mal erneuert werden müssten, bis der untere Abbau so hoch greift. Kleine Querörter vermitteln die Förderung, welche wie gewöhnlich durch Rollen geschieht.

Schon hier äussern sich die Nachtheile, welche der Abbau sehr mächtiger Lagerstätten mit sich bringt, was weiter unten noch eingehender zur Erörterung kommen wird.

### *d.* Stossbau.

Der Stossbau ist nur von lokaler Bedeutung, kommt in Westfalen auf stark, nicht unter 35 bis 40 Grad geneigten mächtigen Steinkohlenflötzen vor, welche Bergmittel von ansehnlicher Mächtigkeit enthalten oder von leicht nachfallendem Nebengestein begleitet sind, oder wo Berge leicht heranzubringen sind; zuweilen wird er auch nur angewendet, um solche Berge in der Grube verwenden zu können.

Fig. 145.



Die Grund- oder Sohlenstrecke wird (Fig. 145) bis zur Gränze der Bauabtheilung aufgefahren. Wenn noch andere Bauabtheilungen folgen, so beginnt der Abbau unter Belassung eines Sicherheitspfeilers über der

[13]) Zimmermann: Das Harzgebirge Bd. 1. S. 368.

Grundstrecke aus einer zweiten mit dieser parallel aufgefahrenen Strecke; im anderen Falle geschieht dies direct über der Grundstrecke oder schon beim Betriebe derselben. In angemessener Entfernung von einem an der vorderen Baugränze herzustellenden Ueberhauen oder einem schwebenden Bremsberge oder tonnlägigem Schachte oder selten von einem Rollloche erweitert man die Firste der Strecke um (1 bis $1^1/_2$ Lachter) 2,092 bis 3,139 Meter und nimmt in dieser Höhe einen Kohlenstoss streichend bis zur Baugränze fort; dabei fallen die Berge nieder und werden so weit eingeebnet, als zur Nachführung des Fördergestänges erforderlich ist. Wird schon die Grundstrecke als erster Abbaustoss betrieben, so tritt zuweilen die Nothwendigkeit ein, einen Theil der Berge fortzuschaffen, um oberhalb des Versatzes Raum für die Förderung zu haben. Dem ersten Stosse folgt ein zweiter, welcher gewöhnlich von der Baugränze rückwärts getrieben wird, demnächst von vorn her ein dritter u. s. f., was sich so oft wiederholt, als die Berge noch zur Füllung des Raumes mit Ausnahme der Förderstrecke ausreichen; je mehr Berge daher zur Verfügung stehen, desto mehr Stösse können getrieben werden, ohne dass die Firste sich zu sehr über den Bergeversatz erhebt, wobei die bei Entblössung einer zu grossen Gesteinsfläche entstehende Gefahr eine Gränze setzt. In letzterem Falle muss ein Kohlenpfeiler geopfert werden, über welchem der Bau dann aufs Neue beginnt. Durch Erfahrung findet man bald die anwendbare Zahl der Stösse. Eine grössere flache Höhe kann man auch gleich in Abtheilungen zerlegen, die man dann aber besser von Oben nach Unten abbaut.

Zur Förderung bedient man sich von den ersten Stössen aus gern kurzer Diagonalen; ist ein Bremsberg oder eine andere Vorrichtung zur Förderung von Oben nach Unten vorhanden, so durchörtert man bei jedem zweiten oder dritten Stosse den Sicherheitspfeiler zwischen Diagonale und Bremsberg, um die diagonale Förderung abzukürzen und den Sicherheitspfeiler nicht zu sehr auszudehnen.

Die Holzwiedergewinnung gelingt bei diesem Bau meist sehr vollständig, da die Berge des nächst höheren Stosses den Förderraum des tieferen wieder ausfüllen; die Hölzer können daher mehrmals gebraucht werden.

Die Wetterführung wird befördert durch ein an der Baugränze offen zu erhaltendes Ueberhauen; wenn der Abbau unmittelbar über der Grundstrecke beginnt, diese also verschüttet wird, muss Behufs der Wetterführung ein Kanal im Versatz offen gehalten werden, der auch zugleich zur Wasserabführung benutzt wird.

Der Stossbau ist ein Firstenbau, der zu Gunsten der Förderung und der Conservirung der Kohlen jeden Stoss für sich aufführt. Hiermit geht der Vortheil eines concentrirten Baues verloren, das tägliche Förderquantum ist nur gering, und die Methode zur Beschaffung grosser Kohlenmengen unanwendbar; ebene Fördersohlen sind fast unmöglich, weshalb grosse

Längen für die Bauabtheilungen nicht rathsam sind, im Maximum nimmt man (100 Lachter) ca. 200 Meter[44]).

Dem Stossbau ähnlich gestaltet sich der Firstenbau auf Eisensteingängen, da die Gruben in ihrem Förderquantum von den Hüttenwerken abhängig sind, weshalb man, wenn deren Betrieb schwach ist, nur einige Stösse von der ganzen flachen Höhe des Firstenstosses betreibt.

In Westfalen hat man auch eine Art Firstenbau auf Steinkohlen- und Blackbandflötzen (Zeche Argus), wobei gleichzeitig (1 bis $1\frac{1}{2}$ Lachter) 2,092 bis 3,139 Meter hohe Stösse zu Felde gehen und jeder oder je zwei derselben eine Förderstrecke im Versatz erhalten; Bedingung hierzu ist jedenfalls gutes Nebengestein. Die Methode, welche dem Firstenkastenbau vergleichbar ist, erscheint wegen des Holzverbrauchs unwirthschaftlich.

Auf der Steinkohlengrube Gerhard bei Saarbrücken hat man einen stossförmigen Abbau mit Vortheil zur Anwendung gebracht, welcher in Verbindung mit dem dort eingeführten Strebbau besprochen werden soll.

### *e.* Querbau.

Der Querbau wurde im Jahre 1749 durch den Bergverwalter Zipser zuerst für den sehr mächtigen Spitaler Bleierzgang in Ungarn eingeführt, ist jetzt aber dort fast ganz abgekommen, dagegen auf mächtige Lager und Flötze mit starkem Fallen, auf stockförmige Massen und auf den Betrieb unterirdischer Steinbrüche übertragen. Sein Charakter ist Theilung der Lagerstätte durch Sohlen von Oben nach Unten, Gewinnung des Minerals über jeder Sohle von Unten nach Oben in horizontalen Scheiben oder Abschnitten und zwar mittelst quer durch die Mächtigkeit der Lagerstätte geführter Oerter, welche versetzt werden, so dass bei Gewinnung des nächst höheren Abschnittes der Arbeiter auf dem Versatz des unteren steht. Diese Baumethode ist nur auszuführen möglich bei sehr mächtigen und durchgängig bauwürdigen Lagerstätten; sind viele taube Mittel vorhanden, so verliert sie ihren Nutzen.

Von einem, am besten seiger, im Nebengestein abgeteuften Schachte aus[45]) wird eine Strecke im Streichen am Liegenden aufgefahren, welche etwas ins Liegende eingreift, um dorthin die Gefluther für die Wasserhaltung zu legen; diese Strecke wird erst gut ausgezimmert, dann gemauert. Von der streichenden Strecke aus geht man mit Oertern von (6 bis 8 Fuss) 1,883 bis 3,766 Meter Breite, je nach der Brüchigkeit des Ganges, und (1 Klafter) 1,883 Meter Höhe quer durch den Gang; eben solches Ort treibt man um eine oder um 3 Ortsbreiten horizontal entfernt u. s. f. Die Oerter werden verzimmert und dabei vorkommende taube Berge gleich an den einen Stoss versetzt. Hat das Ort das Hangende

[44]) Ponson a. a. O. tome II. pag. 510.

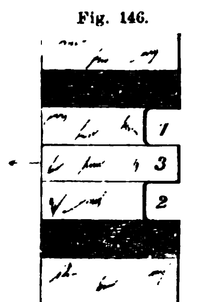
[45]) Héron de Villefosse über den Mineralreichthum, deutsch von C. Hartmann Thl. II. S. 332. — Delius Bergbaukunst §. 350.

erreicht, so versetzt man dasselbe vollständig, wobei man die Zimmerung, wo möglich, wieder gewinnt. Wenn Berge in der Grube fehlen, so sucht man sie sich bei brüchigem Hangenden durch die sogenannte Bergmühle zu verschaffen, indem man ein Querort (10 bis 12 Lachter) 20,924 bis 25,108 Meter weit in das hangende Gebirge treibt, dasselbe mit Zimmerung verwahrt und am Ende ins Kreuz ein streichendes Ort ohne Zimmerung führt, so dass die Firste hereinbreicht; die so gewonnenen Berge benutzt man zum Versetzen.

Den Bergversatz im untersten Ort setzt man auf Ladenhölzer, damit derselbe später, wenn der Bau aus der tieferen Sohle heraufrückt, durch Thürstöcke unterfangen werden kann; deshalb dürfen die Sohlen auch nicht zu tief untereinader liegen, damit diese Hölzer nicht inzwischen faulen. Die Zimmerung der nächst oberen Strecke steht auf Schwellen, um den Druck auf den Bergeversatz abzuhalten.

Kommt man beim Auffahren der Oerter auf ein taubes Mittel, so umgeht man dasselbe und baut firstenartig streichend ab.

Fig. 146.



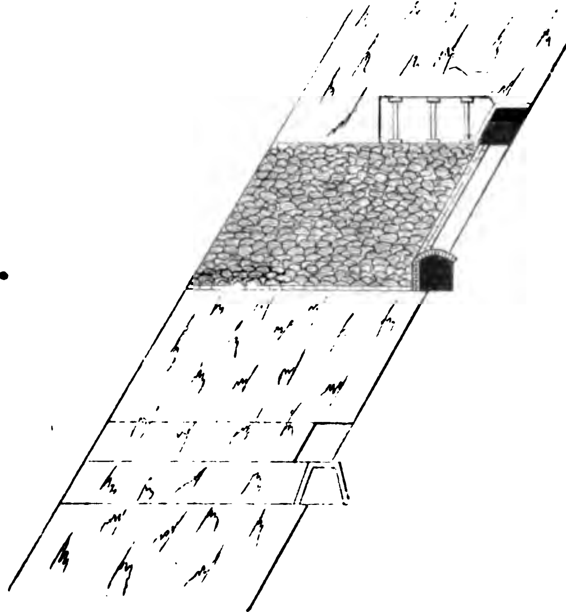

Zwischen zwei benachbarten Oertern nimmt man den stehen gebliebenen Pfeiler weg, oder wenn drei Ortsbreiten stehengeblieben sind, zunächst die den Oertern zunächst belegenen und dann den dritten zwischen ihnen. Fig. 146. Auf diese Weise gewinnt man eine ganze Sohle auf Ortshöhe, setzt an der liegenden Seite der Strecke eine Bergwand, reisst eine zweite streichende Strecke nach, die ihre Sohle auf den Bergen des unteren Versatzes hat und verfährt von dort aus wie vorher. Die Strecke im Liegenden wandert hiernach immer höher hinauf und wird bis auf die offen zu haltenden Rollschächte, welche in die ursprüngliche gemauerte Grundstrecke hineinführen, mit Bergen gleichfalls versetzt. Fig. 147. zeigt den Bau in den verschiedenen Stadien.

Gegenwärtig findet sich in Ungarn nur noch eine Abart dieses Baues auf dem Georger Stolln bei Schemnitz, wo ein Lager von zerfressenem Quarz mit (3 Klafter) 5,693 Meter Mächtigkeit und 25 bis 30 Grad Fallen gewonnen wird. Die Grundstrecke A in Fig. 148 wird am Hangenden getrieben, in (9 Klafter) 17 Meter seigerer Höhe eine zweite B u. s. f., welche mit Eisenbahnen versehen werden, von diesen Strecken aus werden (7 Fuss) 2,197 Meter breite Oerter bd... (Fig. 149) gegen das Liegende getrieben, welche gleich breite Pfeiler ace... zwischen sich lassen und nachher versetzt werden, worauf die Gewinnung der Pfeiler nachfolgt. Da das Fallen der Lagerstätte für die Anlage einer Rolle zu flach ist, so treibt man von der oberen Strecke ein kurzes Ort C ins Hangende, welches man durch eine stark fallende Rolle D mit der unteren Strecke in Verbindung setzt.

Im Hüttenberge in Krain treibt man die streichende Strecke in der

Mitte der Lagerstätte und setzt von dieser aus zu beiden Seiten die Oerter abc... und $\alpha\beta\gamma$.... (Fig. 150) alternirend, so dass einem Ort ein Pfeiler gegenübersteht.

Fig. 147.



Der Quecksilbererzstock zu Idria in Krain, bestehend aus Mergel und bituminösem Schiefer in Kalkstein, ist einschliesslich des sogenannten Silberschiefers (armen Schiefers) (60 Klafter) 113,775 Meter, der reiche Schiefer aber nur ($2\frac{1}{2}$ bis 5 Klafter) 7,880 bis 15,761 Meter mächtig; die streichende Länge beträgt (400 Klafter) 759 Meter[46]). Auch hier wird

Fig. 148.

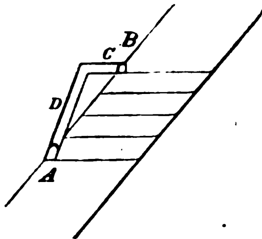



Fig. 149.

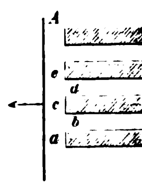
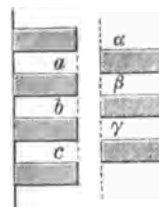



Fig. 150.




ein Hauptort a (Fig. 151) in der Mitte getrieben, von welchem von Zeit zu Zeit Querörter c bis zum Hangenden und Liegenden aufgefahren werden. Die gebildeten rechteckigen Massen baut man im reichen Theile mit (1

[46]) Berg- u. hüttenm. Zeitung v. C. Hartmann. Freiberg 1854. S. 357.

Klafter) 1,883 Meter breiten streichenden Oertern von den Querstrecken aus nach der Mitte zu ab; im armen Kalkstein, welcher aber noch $\frac{1}{2}$ pCt. Erz enthalten muss, treibt man (Fig. 152) Stösse nebeneinander, die etwa immer (1 Klafter) 1,883 Meter vorspringen. Den Querörtern c entsprechen

Fig. 151.

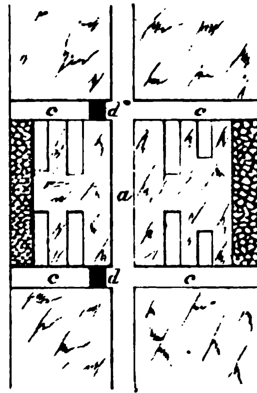
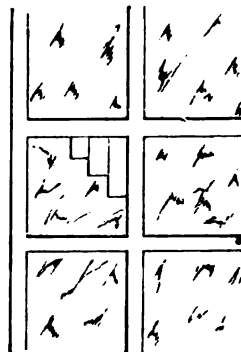



Fig. 152.



Rollschächte d, durch welche je 2 etwa (15 Klafter) 28,245 Meter von einander entfernte Sohlen verbunden werden. Zum Versatz der ausgehauenenen Räume nimmt man Berge vom Schacht- und Streckenbetriebe, welche beim Mangel von Tage her ergänzt werden.

Auf der Galmeigrube am Altenberge bei Aachen wird folgender Querbau geführt[47]). Die Lagerstätte ist von den Schächten aus durch einen Querschlag ausgerichtet, von welchem eine Strecke im Streichen über die Längenerstreckung der Lagerstätte hinaus aufgefahren ist. Von dieser sind Querschläge von einem Saalband zum anderen getrieben, durch welche die Lagerstätte in 5 Bauabtheilungen von 20 bis 40 Meter Breite getheilt ist; die Hauptstrecke und Querschläge erhalten 2 Meter Höhe, $1\frac{1}{2}$ Meter Breite. Von den Querschlägen aus werden an beiden Saalbändern im Galmei nach beiden Weltgegenden hin Strecken von gleicher Höhe und Weite aufgefahren und durch Querschläge mit einander verbunden. Für jede Bauabtheilung ist im Hangenden eine Bergerolle von der oberen Sohle her niedergebracht. Der Abbau folgt von Unten nach Oben in 2 Meter hohen Etagen, indem aus den beiden, die Abtheilung einschliessenden Querschlägen am Liegenden neben der am Saalbande aufgefahrenen streichenden Strecke je ein Stoss von 2 Meter Höhe und 1,5 Meter Breite parallel der streichenden Strecke fortgenommen wird; ist dieser Stoss 3 Meter vorgerückt, so beginnt man daneben einen zweiten u. s. f. Sobald der zweite Stoss 2 Meter vorangerückt ist, muss der ausgehauene Raum mit Bergen versetzt werden. Zu diesem Ende führt man diagonal zur

---

47) Jung: der Etagenbau auf dem Galmeibergwerke bei Aachen in berg- u. hüttenm. Zeitg. v. Bornemann u. Kerl. Freiberg 1863. S. 328.

Stossrichtung eine trockne Mauer bis unter die Firste auf und versetzt den Raum hinter derselben, einschliesslich der streichenden Strecke, mit Bergen, welche durch die Bergerollen von Tage nieder kommen. Der Querschlag wird gleichfalls durch Aufstellung einer trocknen Mauer aufrecht erhalten. Beim weiteren Vorrücken der Stösse wird in 1,5 Meter Entfernung eine zweite trockne Mauer, parallel der ersten aufgeführt und der Zwischenraum durch Berge ausgefüllt. Ist eine 2 Meter hohe Etage abgebaut, so wird ein 2 Meter hoher Ueberbruch im Hauptquerschlage hergestellt und so angesetzt, dass er ganz ins Nebengestein zu liegen kommt; aus diesem geht man querschlägig durch die Lagerstätte und treibt an beiden Saalbändern wiederum streichende Strecken, um von denselben aus den Abbau in der für die erste Etage beschriebenen Weise vorzunehmen. In dieser Methode geht man bis zur oberen Sohle vor, wo der alte Mann besonders sorgfältig noch durch Kappen mit Pfählen abzufangen ist.

Ganz ähnlich wie der eben dargestellte Bau ist der auf den nesteroder stockförmigen Vorkommen der Grube Diepenlinchen bei Stollberg am Rhein. Die Höhe zwischen zwei Sohlen wird in Etagen von (5 Lachter) 10,462 Meter Höhe eingetheilt, der Stock durch eine streichende Strecke in der Mitte durchfahren, von welcher aus man durch (4 bis 6 Lachter) 8,369 bis 12,554 Meter von einander entfernte Querschläge die Lagerstätte in Bauabtheilungen theilt, welche in (1 Lachter) 2,092 Meter hohen Stössen, also im Ganzen in 5 Stössen gewonnen werden.

Das stockförmige Vorkommnn von Steinkohlen zu Creusot in Frankreich[48]) hat 2 Kilometer Länge, ist östlich 12 bis 15 Meter mächtig, theilt sich nach Westen in 3 Trümmer, von denen eins 10 bis 50 Meter Mächtigkeit erreicht. In noch unberührter Kohle theilt man die Lagerstätte in Etagen von 20 Meter Höhe von Schächten im Hangenden aus, die von Oben nach Unten folgen; vom Schachte aus treibt man einen Querschlag zum Liegenden, welcher mit dem in der oberen Etage durch ein ausgemauertes Abteufen in der Kohle verbunden wird; am Hangenden und Liegenden werden streichende, 2 bis 2,3 Meter hohe, 2 bis 2,5, höchstens 3 Meter breite Strecken (mères-galéries) getrieben, statt deren bei geringer Mächtigkeit auch wohl nur eine aufgefahren wird, was aber wegen der Wetterführung nicht gut ist; ausserdem treibt man auch wohl im Hangenden ein Richtort im Gestein. Die streichenden Strecken werden durch 10 bis 12 Meter von einander entfernte Verbindungsstrecken mit einander verbunden. Von den streichenden Strecken aus erfolgt der Abbau parallel den Verbindungsstrecken, indem man 2 Meter breite Oerter auffährt, welche gleich breite Pfeiler zwischen sich lassen, deren Verhau erst erfolgt, wenn die erst begonnenen Querörter die Gränze der Lagerstätte erreicht

---

[48]) Fabricius: Bericht über eine Bereisung der wichtigeren Steinkohlenreviere Belgiens und Frankreichs in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 8. B. Seite 183.

haben, oder indem man dicht nebeneinander 2 Meter breite Stösse treibt, welche unmittelbar nach dem Verhau versetzt werden. Zum Abbau der zweiten 2 Meter hohen Scheibe reisst man — nach dem Bericht von Fabricius — die Firste der Querschläge nach und füllt die Sohle entsprechend auf; verfährt eben so mit der dritten Etage, nach deren Abbau man die obere Gränze erreicht hat und nun die Lösung 6 Meter tiefer vom Schachte aus verfolgt. Nach Ponson[49]) erhöht man zum Angriff der zweiten und dritten Etage nicht den Querschlag, sondern die streichenden Strecken, deren Betrieb man so lenkt, dass sie ans Ende gelangen, wenn die untere Etage erschöpft ist. Die Förderung erfolgt durch Rolllöcher, welche im Versatz offen gehalten werden, bis auf die unterste Hauptgallerie am Hangenden. Der Versatz wird grösstentheils vom Tage hereingeschafft, namentlich thonige Massen, Schlacken von den Feuerrosten und aus den Hochöfen, welche durch besondere Schächte oder eine besondere Abtheilung des Förderschachtes hineingestürzt werden. Beim Gewinnen von Pfeilerresten im alten Mann muss man stets eine Richtstrecke im Gestein, 10 bis 15 Meter vom Hangenden entfernt treiben, auch den Rollschacht im Gestein stellen, von dem aus kleine Querschläge in die Etagen geführt werden. Ein Hauptgewinn der angewendeten Methode ist Sicherung gegen Grubenbrand. — Der beschriebene Bau hat insofern eine Aenderung erfahren, als man die früher nur 6 Meter hoch genommenen Etagen jetzt 18 Meter hoch nimmt, welche durch mehr als 2 Meter hohe Querörter in Abbau gefasst werden[50]). Man erreicht dadurch den Vortheil, dass eine geringere Zahl streichender Strecken und Querschläge im Gestein aufzufahren sind, wodurch die Kosten nicht unbeträchtlich verringert werden. Burat[51]) macht der Methode die schwierige und kostspielige Herbeischaffung der Berge zur Ausfüllung der ausgewonnenen Räume zum Vorwurf, welche den Betrieb belästigt und geeignet sei, den Vortheil der grossen Mächtigkeit der Lagerstätte in Bezug auf die Gewinnungskosten zum Theil wieder zu beseitigen. — Dieselbe Abbaumethode ist auch auf den 10 bis 20 Meter mächtigen Lagerstätten der Kohlengrube von Montceau-les-Mines eingeführt, wo früher Pfeilerabbau getrieben wurde[52]). Auch auf der Grube von Commentry[53]) wendet man beim Abbau des 12 Meter mächtigen Flötzes dasselbe Verfahren an: die Etagen werden durch 2 streichende, in der Kohle nahe am Liegenden und am Hangenden aufgefahrene Strecken vorgerichtet, welche durch Querörter verbunden werden; haben die streichenden Strecken die Abbaugränze erreicht, so treibt man

---

49) Ponson: a. a. O. Tome II. pag. 468.

50) Chanselle: Notes sur les méthodes de l'exploitation in Bulletin de la société de l'industrie minérale. Paris. tom. 14. p. 10.

51) Burat: les houillières en 1867 d'après les documents de l'exposition universelle. Paris 1868. p. 156.

52) Burat: ebenda p. 157.

53) Burat: ebenda p. 154.

vom Hangenden zum Liegenden 2,30 Meter hohe Querörter von Hinten nach Vorn und füllt die ausgehauenen Räume sofort mit Bergen an, welche dem Abbaustoss nur 1 bis 2 Meter nachbleiben. Von dem Bergversatz aus nimmt man wiederum einen 2,30 Meter hohen Streifen des Lagers in Angriff, und fährt in solcher Weise fort, bis man die obere, bereits abgebaute Etage erreicht hat.

Zu Montrambert[54]) bei St. Etienne wird ein Steinkohlenlager von 14 bis $16^1/_2$ Meter Mächtigkeit und 45 bis 50 Grad Neigung abgebaut. Die Bauabtheilungen werden (Fig. 153 und 154) durch vom Schachte

Fig. 153.

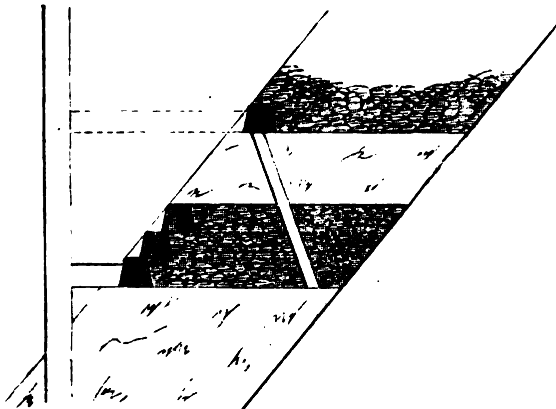
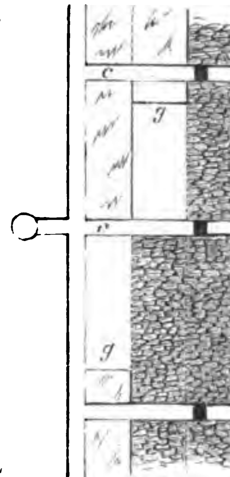


Fig. 154.




aus getriebene, 10 bis 12 Meter unter einander liegende Querschläge gefasst, von denen der obere zur Zuführung der Berge, der untere zur Förderung dient. Von dem Querschlage aus wird eine streichende Strecke im Hangenden getrieben und von dieser aus in Entfernungen von 20 bis 25 Meter Querörter cc durch das Steinkohlenlager, welche mit der oberen streichenden Strecke durch 60 bis 70 Grad geneigte Rollen verbunden werden. Aus den Querörtern setzt man Abbaustösse g bis zu einer Breite von 7 Meter und $2^1/_2$ bis 3 Meter Höhe an, die man nach und nach versetzt; nach dem Abbau der ganzen Etage wird die nächst höhere streichende Strecke getrieben und nach deren Beendigung die tiefere versetzt, wobei man in der Nähe des Querschlags dem Versatz eine solche Neigung giebt, dass ein Bremsberg entsteht.

Für die in Böhmen auftretenden (7 bis 10 Klafter) $13^1/_4$ bis 19 Meter mächtigen nur 6 bis 10 Grad geneigten Steinkohlenflötze wird ein Querbau für den Fall in Vorschlag gebracht, dass das Flötz aus reiner Kohle besteht oder nur ganz schwache Schramstreifen

---

[54]) Ponson a. a. O. T. II. pag. 456.

enthält[55]). Nach dem Vorschlage ist der Querbau jedes Mal so zu führen, dass die Abbaustrecken rechtwinkelig gegen die im Flötze auftretenden Schlechten aufgefahren werden, um einen möglichst hohen Stückkohlenfall zu erzielen, so dass ein streichender, schwebender oder diagonaler Querbau entsteht, je nachdem die Schlechten rechtwinkelig, parallel oder diagonal gegen das Streichen des Flötzes auftreten. Nachdem man sich von der Lagerung des Flötzes und dessen Streichen genau überzeugt hat, wird im Hangenden ein Schacht bis zur Bausohle niedergebracht, von dessen Tiefsten aus das Liegende des Flötzes querschlägig gelöst und im Flötze am Liegenden eine Grundstrecke aufgefahren. Jedem Schachtfelde giebt man ein Baufeld von (100 Klafter) 189,6 Meter Länge und (20 bis 25 Klafter) 38 bis 47½ Meter Pfeilerhöhe. Wenn die Schlechten rechtwinkelig zum Streichen verlaufen, so wird aus der Grundstrecke von dem Punkte aus, wo der Querschlag in dieselbe einmündet, eine schwebende Strecke (2 Klafter) 3,792 Meter breit und hoch bis zur oberen Baugränze aufgefahren, welche zur Lösung des Feldes und demnächst zur Förderung dient. Von dieser schwebenden Strecke aus wird an der oberen Baugränze streichend, also rechtwinkelig gegen die Ablösungsklüfte im Kohl, die erste Abbaustrecke (2 Klafter) 3,792 Meter breit und hoch bis zur Baugränze, also 186,9 Meter weit getrieben; in gleicher Weise werden die übrigen Abbaustrecken, immer (6 Klafter) 11,367 Meter breite Kohlenpfeiler zwischen sich lassend aufgefahren. Sobald die obere Strecke die Baugränze erreicht hat, wird die Zimmerung wieder gewonnen und der Streckenraum sorgfältig mit Bergen versetzt, worauf der Abbau des ersten Pfeilers in 3 Streifen, deren jeder 3,792 Meter breit ist, gewonnen und der Raum mit Bergen ausgesetzt wird. Sobald in solcher Weise die erste Etage fast vollständig ausgewonnen ist, wird über der oberen, bereits ausgesetzten Abbaustrecke eine zweite derartige 3,792 Meter hohe und breite Abbaustrecke getrieben; inzwischen ist die vollständige Ausgewinnung der ersten Etage erfolgt, so dass auch die schwebende Förderstrecke so wie die Grundstrecke versetzt und darüber eine neue für die zweite Etage getrieben werden kann, welche demnächst in ganz gleicher Weise, wie die erste abgebaut wird. Darauf folgt die dritte, vierte und fünfte Etage, mit welcher das ganze Baufeld abgebaut ist. Wenn die Kohle sehr kurzklüftig ist, darf man mit dem Beginn der folgenden Etagen nicht warten, bis die untere vollständig verhauen ist, weil die Berge sich inzwischen gesetzt haben können und ein Nachbrechen des Kohls veranlasst werden kann, was vermieden wird, wenn man unmittelbar nach erfolgtem Bergeversatz die Gewinnung der darüber liegenden Kohlen beginnt. Als Vorsichtsmassregel dient es, dass man in jeder Etage die streichende Strecke an der oberen Baugränze und die Oerter der Abbaustrecken gegen die der nächst unteren Etage um 1,896

---

[55]) Ferd. Rittler: Anleitung, mächtige Kohlenflötze abzubauen. Brünn 1857. Seite 22.

Meter, beziehungsweise 0,998 Meter zurücktreten lässt, so dass der Bergeversatz durch die ganze Abbauhöhe sich terassenförmig aufbaut, während derselbe andernfalls senkrecht in die Höhe gehen und zum Einsturz geneigt sein würde.

Wenn die Ablösungsklüfte dem Streichen parallel laufen, so findet ein schwebender Abbau statt, indem aus der Grundstrecke 3,792 Meter breite und hohe schwebende Strecken bis zur oberen Baugränze aufgehauen werden, welche 11,376 Meter breite Pfeiler zwischen sich lassen; dieselben werden nach dem Versetzen der Abbaustrecken in 3 schwebenden Streifen gewonnen, worauf auch der dadurch frei gewordene Raum mit Bergen versetzt wird. Nach Ausgewinnung der unteren Etage wird über die untere Grundstrecke eine zweite aufgefahren und diese Etage in gleicher Weise abgebaut und so fort bis zum Hangenden. Von dem schwebenden ist der diagonale Abbau nicht verschieden, welcher eintritt, wenn die Ablösungsklüfte im Kohl diagonal gegen das Streichen verlaufen.

Die schwebenden Förderstrecken bei streichendem Verhieb der Kohlen, so wie die Grundstrecken bei schwebendem oder diagonalem Verhieb müssen, weil dieselben in jeder Etage zur Förderung dienen, sorgfältig verzimmert werden, damit die Förderbahnen in denselben stabil verlagert werden können, was nicht möglich wäre, wenn dieselben unmittelbar auf den Bergen aufliegen würden.

Ein sehr wichtiges Moment für die Abbaumethode ist die billige Beschaffung des Bergeversatzes, welcher möglichst sorgfältig hergestellt werden muss und deshalb viel Material erfordert. Da bei dem Abbau selbst Berge nicht fallen, müssen dieselben von Tage her beschafft und durch die Schächte oder besondere Tagesstrecken eingefördert werden; in einzelnen Fällen wird man die Berge aus s. g. Bergmühlen (Baue lediglich zur Gewinnung von Bergen bestimmt) herbeischaffen müssen. Die Möglichkeit des ganzen Baues hängt von der Billigkeit der Bergebeschaffung ab, so dass man um so mehr bemüht sein muss, hauptsächlich Stückkohlen zu gewinnen, damit der Erlös für das zu fördernde Produkt die nicht unerheblichen Bergekosten deckt.

Auch in den Schieferbrüchen[56]) zwischen Rhein und Mosel findet Querbau statt. Die Dachschieferlager schwanken in der Mächtigkeit von einigen Centimetern bis 18 Meter, im letzteren Falle sind Lager von gewöhnlichem Thonschiefer oder Grauwacke eingelagert, auch wechselt die Beschaffenheit der Schiefer. Im Allgemeinen ist das Fallen 60 bis 80 Grad, selbst 90 Grad, aber es findet sich auch flaches Fallen bis 35 Grad. Man baut über Stolln, unter deren Sohle man aber noch so tief nieder geht, wie die Wasser es gestatten.

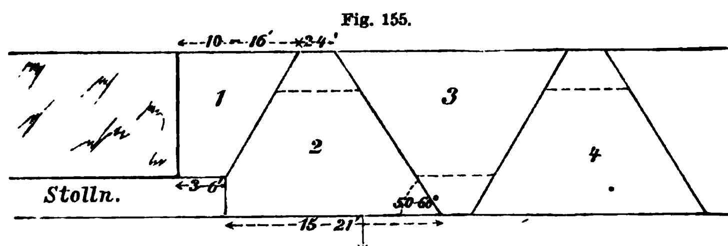
1. Bei minder mächtigen, nicht über (26 Fuss) 8,160 Meter mächtigen

---

56) Jung: Beschreibung des Betriebs auf den Dachschieferbrüchen zwischen Rhein u. Mosel in Karsten u. v. Dechen Archiv. 1838. Bd. 11. S. 319.

und stark, nicht unter 50 Grad fallenden Schieferlagern (Leyen) findet der einfache **Dreieckbau** statt. Nachdem man mit dem Stolln Fig. 155 oder einer besonderen Strecke das Lager angefahren hat, wird dasselbe durch sogenannte **Wände** in Abbau genommen, deren Profil ein Trapez ist und deren Höhe (12 bis 20 Fuss) 3,766 bis 6,277 Meter beträgt; die kurze Parallelseite des Trapezes von (2 bis 4 Fuss) 0,628 bis 1,255 Meter Länge liegt abwechselnd an der Sohle und in der Firste, die lange erhält (15 bis 21 Fuss) 4,708 bis 6,591 Meter Länge, die geneigte Seite macht

Fig. 155.




mit der Streichungslinie einen Winkel von 50 bis 60 Grad. Wenn drei bis vier Wände in der Sohle abgebaut sind, beginnt man mit dem Bau unterhalb der Sohle, den sogenannten **Böden** in ganz ähnlicher Weise, deren Tiefe (12 bis 15 Fuss) 3,766 bis 4,708 Meter, je nach dem Zutritt der Wasser, beträgt. Sobald als möglich verstürzt man die Böden bis zur Stollnsohle, indem man die in dem vorwärts liegenden Boden gewonnenen Berge rückwärts zum Versatz verwendet. Alsdann beginnt man mit dem Bau in der Firste über den Wänden in der Stollnsohle, wo man mit gleichen trapezoidalen Räumen von (8 bis 12 Fuss) 2,511 bis 3,766 Meter, auch (15 Fuss) 4,708 Meter Höhe abbaut und die Berge unter sich verstürzt; dabei wird der Versatz immer bis nahe unter die Firste geführt. Derartige Baue in der Firste werden bis zur Erschöpfung des Lagers fortgeführt. Im Versatz bleibt in der Stollnsohle ein Ort offen, wenn man die Stollnstrecke noch weiter erlängen will, in welchem Falle man mit dem Abbau von Vorn beginnt; soll das Ort nicht fortgesetzt werden, so lässt man den Abbau besser von Hinten anfangen.

2. **Der Dreieckbau mit hangenden und liegenden Pfeilern** findet bei grosser Mächtigkeit und grösserem als 50 Grad betragenden Fallen statt; er ist dem vorigen sehr ähnlich, nur erhalten die nicht parallelen Seiten schärfere Neigung und werden am Hangenden und Liegenden, oft auch in der Mitte Pfeiler zur Unterstützung stehen gelassen.

3. **Querbau mit geneigter Sohle** bei nicht über (16 Fuss) 5 Meter mächtigen und nicht über 50 Grad geneigten Lagerstätten unterscheidet sich zunächst dadurch, dass am Hangenden eine streichende Strecke getrieben wird, aus welcher mit (8 bis 20 Fuss) 2,511 bis 6,277 Meter breiten und (8 bis 16 Fuss) 2,511 bis 5,022 Meter hohen Wänden mit fast

söhliger Firste und geneigter Sohle vorgegangen wird; ebenso werden die Böden und die Firsten geführt.

4. Bei grösserer Mächtigkeit bleiben unter Anhalten des ad 3 beschriebenen Verfahrens quer durch das Lager (6 bis 10 Fuss) 1,883 bis 3,139 Meter breite Pfeiler stehen, die man aber später auch noch zu gewinnen sucht, weshalb man an ihnen den Versatz sorgfältig aufmauert.

5. Querbau mit söhliger Sohle, (3 bis 4 Lachter) 6,277 bis 8,369 Meter breiten Wänden und (6 bis 10 Fuss) 1,883 bis 3,139 Meter starken Pfeilern tritt bei grosser Mächtigkeit und bedeutender Neigung ein, wobei man Böden und Firsten am Hangenden anzusetzen pflegt.

Auf der Dachschiefergrube Wilhelmerbstolln zu Caub am Rhein [57]) wird neben dem Dreiecksbau ein sog. Vierecksbau angewendet, wenn man ein ganz reines Lager vor sich hat, so dass man keine schlechten Mittel erwarten kann. Er unterscheidet sich nur durch den Querschnitt der Abbaustösse, gestattet aber die gleichzeitige Anlegung einer grösseren Zahl Arbeiter. In neuerer Zeit wird dem Vierecksbau vor dem Dreiecksbau wegen grösserer Sicherheit und Vollkommenheit des Abbaues ein Vorzug eingeräumt; [58]) auch gewährt er das Mittel, die für den Abbau günstigen Gesteinablösungen zu benutzen, was bei dem Dreiecksbau in geringerem Maasse der Fall ist. Bemerkenswerth ist, dass der Schram oder der Einbruch nicht mehr, wie früher, durch Schlägel und Eisen, sondern durch Schiessarbeit geführt wird, wofür beim Vierecksbau die geeignetste Lage jedes Mal ausgewählt wird, sei es im Hangenden, sei es im Liegenden, sei es mitten in der Lagerstätte; im letzten Falle wird dann die Ausgewinnung vom Schram nach beiden Richtungen, nach dem Hangenden und Liegenden, durch Schiessarbeit bewirkt, andernfalls nach dem Liegenden, beziehungsweise Hangenden. Auf den Dachschiefergruben in Nassau [59]) findet Dreiecksbau statt, wobei Sicherheitspfeiler mit sorgfältig ausgeführten Versatzmauern stehen bleiben.

Auf der Braunkohlengrube zu Hrastnig in Untersteiermark [60]) baut man das (8 Klafter) 15,170 Meter mächtige, 45 bis 80 Grad einfallende Braunkohlenflötz mittelst Querbau ab, indem man sich die Versatzberge aus Bergmühlen beschafft. Die streichende Hauptförderstrecke wird an's Nebengestein verlegt, weil das Flötz leicht zum Brand geneigt ist; von dieser führen von (50 zu 50 Klafter) 95 zu 95 Meter Entfernung

[57]) Ihne: Die Dachschiefergrube Wilhelmerbstolln in der allgem. berg- u. hüttenm. Zeitung von Dr. Hartmann. Quedlinburg 1860. S. 412.

[58]) Schmitt: Ueber den Dachschieferbergbau bei Caub am Rhein, insbesondere auf der Domanialgrube Wilhelm Erbstolln in berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl und Wimmer. Leipzig 1868. S. 277. 287. 333. 341. 355. 380. 395. 404. Jahrg. 1869. S. 166. 177. 259.

[59]) Odernheimer: Das Berg- und Hüttenwesen im Herzogthum Nassau. Wiesbaden 1865. Bd. 1. S. 103.

[60]) Der Grubenbrand in Untersteiermark in der österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen von Hingenau. Wien 1864. S. 54.

Querschläge zu Rollen, in welchen die gewonnenen Kohlen abgestürzt werden. Der eigentliche Abbau hat keine besonderen Eigenthümlichkeiten.

### *f.* Strebbau.

Der Strebbau ist diejenige Abbaumethode dieser Gruppe, welche bei geringem Fallen oder fast söhliger Lagerung eintritt und welche ausser hinreichenden Massen zum Versatz in oder an der Lagerstätte geringe, nicht über (3 bis 4 Fuss) 0,942 bis 1,255 Meter betragende Mächtigkeit und gutes oder doch nicht kurzklüftiges und gebräches Nebengestein zur Bedingung hat; denn hier äussert sich gerade wegen der geringeren Neigung die Einwirkung der Schwere als Druck aus dem Dache viel energischer, als beim Firstenbau u. a. m. Derselbe wird daher meistentheils bei flach fallenden Flötzen und Lagern vorzugsweise angewendet.

Der Strebbau ist gewissermassen ein Firstenbau, beziehungsweise Strossenbau, der sich dem schwächeren Fallen einerseits hinsichtlich der Förderung anpassen muss, andererseits sich dasselbe durch die Art des Abbaues einer grösseren flachen Höhe und durch die Stellung des Abbaues in Bezug auf vorhandene Zerklüftung zu Nutzen macht. In der reinsten Gestalt, welche aber nur bei geringer Neigung der Lagerstätte einzutreten pflegt, lässt er sich charakterisiren als ein Abbau, der auf einer grösseren Fläche gleichzeitig oder fast gleichzeitig, nicht stückweise, fortschreitet. Ist aber das Fallen bedeutender oder das Nebengestein schlechter oder die Masse der Lagerstätte an sich gebrächer, so tritt auch hier die Nothwendigkeit ein, statt die Arbeiter in einer ununterbrochenen Linie anzulegen, für dieselben einzelne treppenartig zurückspringende Arbeitsstösse zu bilden, die aber fast immer grössere Dimensionen als beim Firstenbau erhalten. Solchen Strebbau hat man auch wohl Stossbau genannt, besser bezeichnet man ihn als Strebbau mit abgesetzten Stössen im Gegensatz zum eigentlichen Strebbau mit breitem Blick (par tailles grandes). Eine Gränze zwischen dem ersteren und dem Firstenbau ist bei mittlerem Neigungswinkel schwer zu ziehen, allenfalls so, dass bei jenem der Arbeiter den Versatz hinter und neben sich, bei letzterem hinter und unter sich hat, d. h. darauf steht.

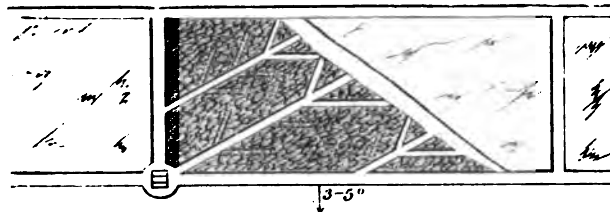
Man hat zu unterscheiden: streichenden, diagonalen und schwebenden Strebbau, während der Firsten- und Strossenbau immer streichend ist; jede dieser verschiedenen Arten kann wieder mit breitem Blick oder mit abgesetzten Stössen geführt werden.

Der Strebbau kommt vor: auf dem Kupferschieferflötz im Mansfeldischen; auf den plateurs und überhaupt auf flachfallenden Steinkohlenflötzen in Belgien; auf den Steinkohlenbergwerken bei Obernkirchen im Bückeburgischen; auf den nur (16 bis 18 Zoll) 418 bis 471 Millimeter mächtigen, durch ein (24 bis 30 Zoll) 628 bis 785 Millimeter starkes Mittel getrennten, ca. 4 Grad nach Süden einfallenden Steinkohlenflötzen von

Flöha bei Chemnitz;[61]) auf schwach fallenden, schmalen Steinkohlenflötzen in Wales, Lancashire, Derbyshire, Yorkshire, Flintshire;[62]) in vielen Theilen Schottlands, z. B. in der Nähe von Edinburg auf (2 bis 4 Fuss) 0,628 bis 1,255 Meter mächtigen Steinkohlenflötzen, versuchsweise auch auf (4 bis 6 Fuss) 1,255 bis 1,883 Meter dicken Steinkohlenflötzen im nördlichen England, z. B. auf der Grube Monkwearmouth (Long wall oder long way working),[63]) sowie auf Eisensteinflötzen, namentlich Sphärosideritnieren; bei Mährisch Ostrau auf der Steinkohlengrube Karoline;[64]) auf der Bleierzgrube Friedrich bei Tarnowitz[65]) u. a. m. a. O.

Das Mansfeldische Kupferschieferflötz[66]) hat eine Mächtigkeit von (12 bis 18, auch 20 Zoll) 314 bis 471, auch 523 Millimeter. Nach älterer Art (Fig. 156) bildete man durch Auffahren einer streichenden

Fig. 156.




Strecke vom Schachte aus, um welchen ein Füllort ausgehauen wird, sowie durch den Aufhieb von schwebenden bis zum alten Mann oder einem Theilungsorte reichenden Strecken Abtheilungen von etwa (25 Lachter) 52 Meter flacher Höhe und (50 Lachter) 105 Meter Länge, wobei man die Abbaufelder in rechte und linke unterscheidet, was für die Lage der Arbeiter wichtig ist. Innerhalb dieser Abtheilungen schreitet der Abbau streichend und schwebend fort, indem man den Stoss in der Richtung vorhandener Ablösen zu halten sucht; dabei hängt die Grösse der Abschrägung, welche man dem Stosse giebt und welche auch zur Sicherheit der Arbeiter erforderlich ist, von der Oertlichkeit ab und schwankt um 45 Grad. Jeder Hauer erhält einen Stoss von (1 bis 2 Lachter) 2 bis 4 Meter Länge

[61]) Dr. Geinitz, Dr. Fleck, Dr. Hartig: Die Steinkohlen Deutschlands Bd. 1. S. 72.

[62]) Combes a. a. O. S. 171.

[63]) Serlo, v. Rohr, Engelhardt: Der Steinkohlenbergbau in England und Schottland in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 10. B. S. 27. — Wochenschrift des schles. Vereins f. B.- u. H.-Wesen Bd. 2 S. 359.

[64]) Wochenschr. des schles. Vereins Bd. 2. Beilagen S. 13.

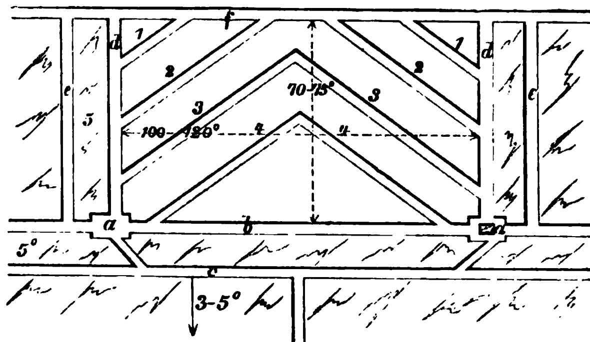
[65]) v. Carnall: Der Strebebau auf d. Bleierzgrube Friedrich bei Tarnowitz in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 1. B. S. 1.

[66]) Bemerkungen über den Mansfelder Bergbau in der allgem. berg- und hüttenm. Zeitg. von Dr. Hartmann. Quedlinburg 1860. S. 325. — Mentzel: Mansfelder Kupferschieferbergbau in berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1864. S. 331. — Erdmenger: Der Mansfeldische Kupferschieferbergbau in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 19. B. S. 224.

zur Bearbeitung. Zur Förderung werden von (10 zu 10 Lachter) 21 zu 21 Meter Diagonalen im Dache nachgerissen, der Raum dazwischen wird unter Mitbenutzung der dabei fallenden Berge versetzt, indem man die vorderen Stösse des Versatzes sorgfältig aufmauert und die Räume dazwischen mit losen Bergen ausfüllt. In neuerer Zeit richtet man die schwebenden Strecken oder Flachen wohl als Bremsberge oder auch als einfallende Strecken zur Förderung aus dem Tiefsten vor. Statt der flachen Bremsberge hat man auch wohl für jede Fördersohle, wenn Wagenförderung umgeht und ein unterfahrender Querschlag vorhanden ist, seigere Bremsschächte im Gestein, doch ist mit der Wagenförderung stets die Hundeförderung noch combinirt, um die Erzmassen vom Strebe in höhere Förderstrecken zu transportiren. Diagonale Förderfahrten von (50 zu 50 Lachter) 105 zu 105 Meter kommen nur noch da vor, wo Schlepphunde allein gehen; sonst liegen die streichenden Förderstrecken (30 bis 40 Lachter) 63 bis 84 Meter über einander. Die Schächte, welche ein ganzes Baufeld beherrschen, werden etwa (500 Lachter) 1050 Meter von einander entfernt gestellt. In neuester Zeit hat man angefangen,[67]) den Strebverhau von Oben nach Unten zu führen, wobei man den Vortheil gewinnt, dass der Abbau der Ausrichtung des Flötzes nach der Tiefe in angemessener Entfernung unmittelbar folgen kann, und dass der Druck vor den Strebflügeln, welche gegen früher die umgekehrte Form annehmen, von vorn herein mehr rege gemacht, also die Gewinnung des Flötzes erleichtert wird.

Auf der Steinkohlengrube zu Obernkirchen wird ein (18 bis 22 Zoll) 471 bis 575 Millimeter mächtiges, 5 Grad fallendes Flötz gebaut, welches in 2 Bänken bricht, von denen die untere, (12 bis 14 Zoll) 314 bis 366

Fig. 157.




Millimeter mächtige, allein gebaut wird, über derselben liegt ein (4 Fuss) 1,255 Meter mächtiges Sandsteinmittel. Aus dem Förderschachte a in Fig. 157, um welchen ein Sicherheitspfeiler von ($1\frac{1}{2}$ bis $2\frac{1}{2}$ Lachter) 3,139 bis 5,492 Meter zu jeder Seite im Kohl stehen bleibt, wird eine

[67]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 17. B. S. 62.

streichende Strecke b in einer Länge von (100 bis 120 Lachter) 209 bis 251 Meter aufgefahren, welche von einer tiefer liegenden Sumpfstrecke c begleitet wird; von der streichenden Strecke wird aus jedem Schachtfelde eine schwebende Strecke d, welche in (5 Lachter) 10,462 Meter Entfernung von einer Hilfsstrecke e begleitet ist, (70 bis 75 Lachter) 146 bis 157 Meter hoch aufgehauen bis zur Baugränze des Feldes, welche gleichfalls durch eine streichende Strecke f gebildet wird. Der Abbau erfolgt dann von Oben nach Unten, indem man das ganze Feld durch Diagonalen 1, 2, 3, 4 eintheilt, welche (7 bis 8 Lachter) 14,646 bis 16,739 Meter von einander entfernt sich in der Mitte zwischen Streichen und Fallen halten, $2^1/_2$ bis 3 Grad fallen, (3 bis 4 Fuss) 0,942 bis 1,255 Meter breit sind und dem Abbau immer (4 bis 5 Lachter) 8,369 bis 10,462 Meter voraussteben. Der zwischen zwei Diagonalen entstehende Stoss wird abgebaut, bevor man die nächst tiefere Diagonale ansetzt. Vor jedem Streb arbeiten 5 Hauer in abgesetzten Stössen während der Frühschicht, Nachmittags erfolgt das Bahnbrechen und das Aufführen der trockenen Mauerung, wozu man, wenn die Berge nicht ausreichen, Stempel zu Hilfe nimmt und wobei sich die Dicke und Entfernung der Mauern nach der Stärke des Drucks richtet. Die gewonnenen Massen gelangen aus der oberen Hälfte des Stosses durch die obere, aus der unteren Hälfte durch die untere Diagonale zur Förderung. Während des Abbaues der unteren Strecke wird durch Erlängung der Hauptstrecke ein neues Feld östlich oder westlich in Angriff genommen, so dass also im Grossen und Ganzen der Abbau streichend fortrückt.

Streichender Strebbau findet auf den Plateurs in der Gegend von Lüttich und Charleroi in Rücksicht auf die stark auftretenden schlagenden Wetter statt. Bei mässigem Fallen wird die flache Höhe zwischen zwei über einander liegenden Sohlenstrecken mit breitem Blick auf einmal gewonnen, wobei die Förderung ganz durch die untere Strecke erfolgt (l'exploitation par tailles droites); bei stärkerem Fallen theilt man die flache Höhe in Stösse von 20 Meter Höhe ab, indem man streichende Strecken in Verbindung mit einem Bremsberge im Versatz offen hält (l'exploitation par tailles horizontales et contiguës).[68])

Schwebender Strebbau (l'exploitation par tailles ascendantes) wird im Revier du Centre oder du Levant de Mons auf 10 bis 30 Grad geneigten, weit ausgedehnten Flötzen ohne schlagende Wetter angewendet. Durch eine streichende, etwa 10 Meter breite Strecke, Fig. 158, welche von einer darunter liegenden Wetterstrecke begleitet wird, begränzt man das Baufeld nach Unten und fährt an der Baugränze eine schwebende Strecke bis zur oberen streichenden Strecke auf, so dass die Bauhöhe etwa 80 Meter hoch ist; falls sie grösser ist, theilt man sie durch ein Theilungsort. Von der unteren Strecke her nimmt man schwebende Stösse in Breite von 10 bis 15 Meter weg, indem man beim Versatz Strecken

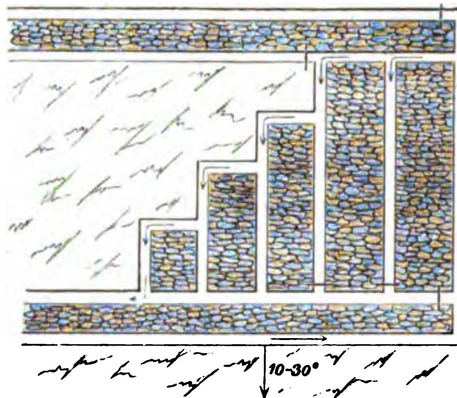
---

[68]) Ponson a. a. O. t. II. p. 386.

zur Förderung mit Haspel oder durch Menschen, sowie zur Wetterführung offen lässt.

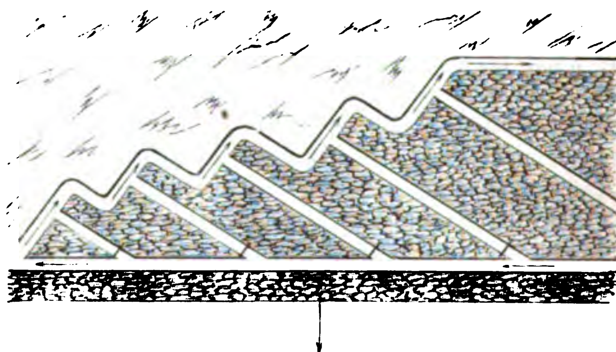
Der Strebbau in dem Flenukohlenflötze westlich von Mons ist bald mehr streichend, bald mehr diagonal oder schwebend (l'exploitation

Fig. 158.




par tailles obliques ou couchées). Fig. 159. Die Stösse sind je nach den Umständen 8 bis 18 Meter breit, sie erhalten bei flachem Fallen je eine mitten im Versatz liegende diagonale Förderstrecke, bei stärkerem Fallen liegt sie am unteren Stosse und wird mehr streichend. Die Baumethode

Fig. 159.



wird begünstigt durch das gute Hangende, durch wenig schlagende Wetter und nicht zahlreiche Wasser; die Zerklüftungen der Kohle werden beachtet, da die Stücke sehr grossen Werth haben, indem die Kleinkohlen schwer zu Koks zu verarbeiten sind und wenig Koks ausbringen. Man giebt den Abbaufeldern eine Länge von 1000 Meter, ja bis 1500 und 1800 Meter, wofür als Bedingung gilt eine vorzügliche Unterhaltung

der Förderwege und Fördergefässe und eine sehr lebhafte Wettercirculation.[69])

Der Strebbau auf den flachfallenden, fast söhligen englischen Flötzen[70]) bietet besonders Bemerkenswerthes nicht dar, als dass man vermöge der Festigkeit der Kohle und des Daches in der Lage ist, den Strebörtern eine beträchtliche Länge zu geben, welche zwischen 70 und 360 Meter schwankt; um die grossen Massen von Kohle, welche in den weiten Räumen gewonnen werden, bewältigen zu können, muss man in Entfernungen von 25 zu 25 Meter Förderstrecken in dem Bergeversatz aussparen und deren Stösse mit den besten Dachgesteinen besonders sorgfältig vermauern.

Auf Gruben mit steiler einfallenden und mit Bergmitteln durchzogenen Flötzen in England wendet man einen combinirten Pfeiler- und Strebbau an.[71]) Bei grösserer Festigkeit des Daches treibt man vom Schachte aus 3 streichende Strecken für die Förderung und Wetterführung unter Anstehenlassen von Streckenpfeilern; von hier geht man von Vorn nach Hinten mit 18 bis 20 Meter breiten Aufhauen in der Fallungslinie des Flötzes aufwärts, welche unter Offenerhaltung von 3 Strecken für Förderung .und Wetterführung mit den gewonnenen Bergen versetzt und bis zur oberen Feldesgränze aufgefahren werden. Zwischen den Aufhieben bleiben 20 Meter und mehr breite Pfeiler stehen, welche, nachdem man mit den Aufhieben bis zur hinteren Gränze des Abbaufeldes gelangt ist, von Hinten nach Vorn gleichfalls strebartig abgebaut werden. Bei dieser Methode bewegen sich die Arbeiter stets zwischen abgebauten Feldestheilen, auch haben schlagende Wetter Gelegenheit sich in grösseren Mengen anzusammeln. — Wo das Dach weniger haltbar ist, kann man mit den Vorrichtungsstrecken und den Aufhieben nicht bis zur Baugränze vordringen. In solchem Falle treibt man z. B. auf der Grube Clifton Hall bei Manchester vom Schachte aus in dem 17 Grad einfallenden Flötze 2 Strecken, zwischen denen ein 9 Meter breites Mittel stehen bleibt, in Entfernungen von je 24 Meter wird dasselbe zur Verbindung beider Strecken durchörtert. In ca. 250 Meter Entfernung vom Schachte treibt man in gleicher Weise 2 Strecken im Flötze aufwärts, welche zu Bremsbergen hergerichtet werden. Vom Bremsberge aus wird die Kohlenhöhe in 36 Meter hohe Pfeiler durch streichende Strecken eingetheilt und von diesen aus immer ein 11 Meter breiter Pfeilerabschnitt strebartig ausgewonnen. Dabei ist die Wetterführung eine so mangelhafte, dass die Hitze vor den Abbauen fast unerträglich ist.

[69]) Chanselle: Notes sur les méthodes d'exploitation in Bulletin de la société de l'industrie minérale. Paris. t. 14. p. 23. — Burat: les houillères en 1867. Paris. p. 158.

[70]) Havrez: Stand des englischen Steinkohlenbergbaues im Jahre 1866 in berg- u. hüttenm. Zeitg. v. Kerl u. Wimmer. Leipzig 1869. S. 403.

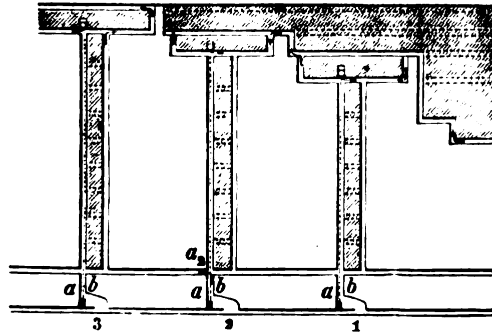
[71]) Ebenda S. 404. — The Mechanics' Magazine. London. Vol. 95. p. 163. — The Mining Journal. London 1872. p. 393.

Auf den Steinkohlengruben bei Saarbrücken, wo bis dahin grösstentheils nur Pfeilerabbau, theils streichend, theils schwebend in Anwendung stand, hat man in neuerer Zeit den Strebbau versuchsweise eingeführt und namentlich auf der Grube Gerhard sehr günstige Erfolge erzielt, indem man einzelne Flötze reiner und vollständiger zum Abbau bringt, andere, früher als unbauwürdig angesehene Flötze jetzt abbaut.[72]) Zuerst wandte man den Strebbau auf Flötzen von 470 und 680 Millimeter Mächtigkeit im Jahre 1864 versuchsweise und zur Einübung der Arbeiter an und gewann damit so günstige Resultate, dass man die Abbaumethode auch auf andere Flötze ausdehnte. Früher baute man fast ausschliesslich das 1,579 bis 1,883 Meter mächtige Heinrichflötz und das 2,092 bis 2,667 Meter Kohle in vielen Bänken haltende 10 bis 14 Grad fallende Beustflötz mittelst diagonalen Pfeilerbaues ab. Namentlich auf dem letzteren Flötze führte diese Methode zu grossen Kohlenverlusten, indem die Pfeiler vor ihrer Inangriffnahme in Druck oder in Brand geriethen, ausserdem war das Hinabfördern der beladenen Kohlenwagen vom Abbauort zur Förderstrecke, sowie das Wiederaufwärtsfördern der leeren Wagen mit grossen Schwierigkeiten verbunden, welche nur wenig verringert wurden, als man zum Aufwärtsfördern wenigstens kleine Pferde (Ponies) benutzte. Eine Verbesserung erlangte man aber durch Einführung des schwebenden Pfeilerbaues mit schmaleren Abbaustrecken (4,185 bis 5,232 Meter) und breiteren Pfeilern (20,924 Meter) und zugleich durch Anwendung leicht transportabler Scheibenbremsen für die Förderung, welche in jeder Abbaustrecke aufgestellt wurden. In einem anderen Theile desselben Flötzes wandte man dieselbe Methode in etwas veränderter Weise an. Man fuhr die Abbaustrecken 10,462 Meter breit auf und liess 41,848 Meter breite Pfeiler stehen; beim Auffahren der Abbaustrecke wurden die gewonnenen Berge in der Weise versetzt, dass an der einen Seite eine zweispurige, mit einer Scheibenbremse versehene Förderstrecke, auf der anderen Seite eine Fahrstrecke frei blieb; die Förderstrecke wurde bis zur Grundstrecke verlängert, so dass die Förderwagen vom Abbauort direct in diese hineingelangen. Von den Abbaustrecken aus werden die halben Pfeilerstärken stossweise in Bau genommen, wobei jeder Stoss 8,370 bis 10,462 Meter hoch gegriffen wird. Fig. 160 giebt ein Bild des Abbaues; bei der ersten Abbaustrecke ist man beschäftigt, den dritten, bei der zweiten den zweiten, bei der dritten den ersten Stoss streichend abzubauen. Für den obersten Stoss (Abbaustrecke 3) wird eine Förder- und eine Wetterstrecke streichend nachgeführt, für die folgenden Stösse nur eine Förderstrecke, indem die Förderstrecke des vorhergehenden Stosses als Wetterstrecke dient. Hierdurch erreicht man eine sehr günstige Wetterführung, wie aus den Pfeilen

[72]) Hilt: Bemerkungen über die Abbaumethoden auf der k. Steinkohlengrube Gerhard-Prinz Wilhelm bei Saarbrücken und die Resultate des neuerdings daselbst eingeführten Streb- und Stossbaues in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 18. B. S. 18.

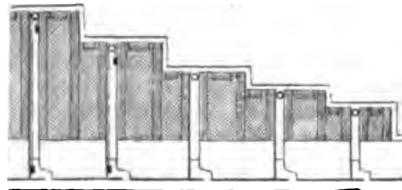
in der Skizze hervorgeht, in welcher a und b Wetterthüren darstellen, von denen b fest geschlossen ist, während a dem Wetterstrom den Durchgang gestattet. Es hat sich herausgestellt, dass, obwohl in der Ausführung

Fig. 160.



ohne Schwierigkeit, eine Verstärkung der Pfeiler über 41,848 Meter nicht rathsam ist. — Dagegen würde das Elisabethflötz, welches mit Hilfe dieser Baumethode überhaupt erst hat in Bau genommen werden können, eine Verstärkung der Pfeiler gestatten, zumal man hier die Stösse 12,554 Meter hoch nimmt — Auch auf dem Carlflötze, welches früher mit diagonalem Pfeilerbau gewonnen wurde, hat sich der Stossbau bewährt. Auf demselben Flötze hat man aber auch den reinen Strebbau mit breitem Blick zur Anwendung gebracht unter Nachführung doppeltgeleisiger, schwebender Bremsstrecken, für welche das Hangende 628 bis 942 Millimeter nachgerissen werden muss; hierdurch gewinnt man Berge zum Versetzen der Stösse in den Strecken mit sorgfältig ausgeführten Mauern. Die nöthige Festigkeit erhalten diese durch Holzpfeiler, welche aus 785 bis 942 Millimeter langen Holzstücken von altem Grubenholz scheiterhaufenartig zusammengesetzt und bis ans Hangende geführt werden; alle Zwischenräume werden sorgfältig mit Bergen ausgefüllt. Die Bremsstrecken werden in 25,109 Meter Entfernung von einander angelegt, so dass jeder Strebstoss 12,554 Meter Breite nach jeder Seite von dem Mittelpunkt seiner Förder-

Fig. 161.



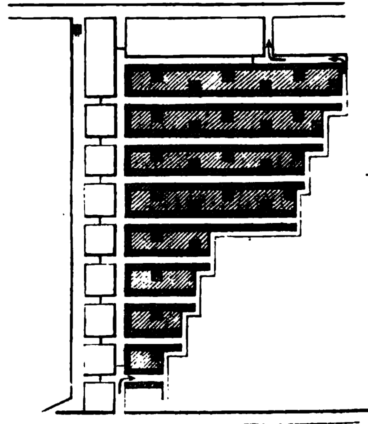
strecke erhält. Die Strebstösse, welche anfänglich in einer schrägen Linie geführt wurden, werden jetzt treppenartig, Fig. 161, gebildet, wodurch sich der Druck besser vertheilt. Die gewonnenen Berge werden dem Stosse

parallel vermauert, die übrigbleibenden Berge in die leer bleibenden Räume hinter die Mauer geworfen. Ein sehr sorgfältiges Vermauern der Bremsstrecken ist Hauptterforderniss, wenn man eine genügende Abbauhöhe erzielen will, welche nicht höher als etwa 125 Meter zu erreichen sein wird, da dann die Förderung schwierig wird. Durch diesen Strebbau hat man eine ausgezeichnete Wetterführung und grösseren Stückkohlenfall, als beim Stossbau erzielt. — Auch auf dem früher ganz unbauwürdigen Mariaflötze ist dieser Strebbau mit Erfolg durchgeführt.

In der Grubenabtheilung Albert derselben Grube wird das 18 bis 22 Grad fallende Flötz Max gebaut, welches der schlagenden Wetter wegen einen schwebenden Abbau überhaupt nicht gestattet, weshalb man es anfänglich mit 6,277 Meter breiten Abbaustrecken und 10,462 Meter starken streichenden Pfeilern versuchte, welche aus 146,468 bis 167,392 Meter hohen Bremsbergen vorgerichtet wurden, wobei man ganz günstige Resultate erzielte, doch müssen die Baue zu lange offen gehalten werden, weil zunächst die langen Abbaustrecken aufzufahren sind, bevor man an den Pfeilerrückbau gelangt, auch ist die Wetterführung schwierig und ein Versetzen der ausgehauenen Räume nicht durchführbar, was aber mit Rücksicht auf die Tagesoberfläche gerade hier nothwendig ist. Deshalb hat man es mit streichendem Strebbau aus Bremsbergen versucht. Man nimmt die flache Höhe zu 167,392 Meter, lässt über der unteren Hauptförderstrecke und an der oberen Baugränze einen 16,739 Meter starken Pfeiler anstehen und theilt die übrige Kohlenhöhe in 8 Strebstösse von je 16,739 Meter Höhe. Für jeden Strebstoss führt man eine streichende Förderstrecke nach. Man ging zunächst mit den oberen 4 Strebstössen so weit vor, dass das Aufsetzen des Hangenden auf den Bergeversatz schon erfolgt war, bevor man das Aufhauen der unteren Strebstösse begann. Wegen Mangels an Bergen schützte man nur die Förderstrecken durch 1,308 bis 2,092 Meter starke Bergemauern und benutzte die übrigen Berge zur Verstärkung jener Mauern an den Wetterzügen und zur Aufführung von Steinpfeilern; auch brachte man zur Verstärkung der Bergemauern in den Stössen der Förderstrecken die oben erwähnten Holzpfeiler, alternirend in der oberen und unteren Mauer an (Fig. 162); je mehr es an Bergen fehlt, desto zahlreicher müssen die Holzpfeiler werden, welche, wie schon bemerkt, aus altem Grubenholz hergestellt werden und deshalb keine allzu bedeutenden Kosten machen. Unter Beobachtung einer sehr sorgfältigen und sicheren Ausführung der Bergemauern hat man in dieser Weise den Strebbau auf dem Maxflötze sehr wohl ausführen und den Baufeldern eine Länge bis zu 125 Meter geben können. Dennoch ist die Aufführung der Bergemauern schwierig und zeitraubend, die vorhergehende Fertigstellung des Brems- und Fahrschachtes verzögert den Aufhau der Strebstösse, die beim Aufhauen des Brems- und Fahrschachtes und beim schmalen Anhieb der Förderstrecken fallenden Berge müssen weggefördert werden, während es beim eigentlichen Bau an Bergen fehlt. Deshalb ging man

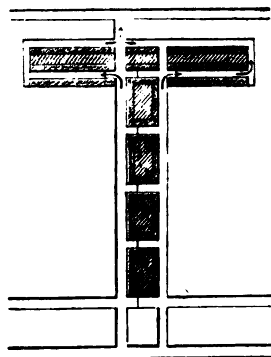
demnächst zu einem stossartigen Strebbau[73]) über, wofür man kurze Baufelder von 104,620 bis 125 Meter Länge wählt. In der Mitte des Feldes wird eine schwebende Bremsabbaustrecke aufgehauen, welche auf der

Fig. 162.



einen Seite eine zum Bremsen dienende doppeltspurige Förderstrecke, auf der anderen eine Fahr- und Wetterstrecke erhält, indem zwischen beiden die beim Aufhau fallenden Berge zu einer Mauer sorgfältig versetzt werden in einer Stärke von 6,277 bis 8,370 Meter, wobei alle 12,554 bis 16,740 Meter eine Verbindung zwischen Förder- und Fahrstrecke ausgespart wird. Wenn dieser Aufhau die obere Sohle erreicht, beginnt der Abbau von Oben nach Unten, indem nach beiden Seiten strebartig mit 12,554 bis 16,740 Meter Höhe aufgefahren wird; die Strebstrecken erhalten nur eine Länge von höchstens 62,772 Meter, so dass es gelingt, dieselben bis zum vollendeten Abbau offen zu halten, namentlich wenn man den nächst unten folgenden Strebstoss nicht in Angriff nimmt, bevor der obere abgebaut ist, weil dann die Strebförderstrecke immer in der Nähe eines festen Stosses liegt. Fig. 163. Da aber hierdurch die Ausgewinnung des Baufeldes sehr verzögert wird, versuchte man wenigstens zwei Strebstösse unter einander in Bau zu nehmen, wobei aber die Schwierigkeit des gleichzeitigen Einförderns aus den Strebstrecken in den Bremsberg entstand, weshalb es nothwendig wird, für den einen Streb einen Hilfsbremsberg anzulegen, was im Ganzen nur geringe Kosten verursacht. Grössere Schwierigkeit bietet der grosse Druck des Hangenden, welcher auf die Kreuzungs-

Fig. 163.



[73]) Vergl. auch: Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 17. B. S. 61.

punkte am Bremsberge wirkt, wenn man gleichzeitig zwei Strebstösse unter einander aufbaut, weshalb dies nur geschehen kann, wenn das Dach fest ist und hinreichend Berge zur Vermauerung vorhanden sind. Ist man gezwungen, zahlreichere Angriffspunkte zu schaffen, so muss man die Baufelder verkürzen und gleichzeitig mehrere Bremsstrecken in Abbau nehmen, was aber nur bei einem Fallen von unter 15 Grad möglich ist, während beim stärkeren Fallen die Herstellung der Bremsstrecken zu kostspielig ist und deshalb beschränkt werden muss. Welcher von den beschriebenen Baumethoden für das Maxflötz der Vorzug zuzuerkennen ist, bleibt noch weiteren Versuchen zu entscheiden vorbehalten; für die durch viele Verwerfungen in ihrer Länge sehr unregelmässigen Baufelder dieses Flötzes scheint allerdings der stossartige Strebbau den Verhältnissen am meisten sich anzupassen. Auch gegen die Explosion schlagender Wetter, welche vorzugsweise aus dem Hangenden des Flötzes austreten, bietet der stossartige Strebbau eine Sicherung, da immer nur ein geringer Theil des Daches blosgelegt wird und die Senkungen desselben weniger plötzlich auftreten.

Im Allgemeinen bleibt zu bemerken, dass die Bildung von regelmässigen Bauabtheilungen zwar beim Strebbau vorkommt, aber weniger erforderlich ist, als beim Pfeilerbau. Von der Festigkeit des Hangenden und der Dauer des Baues hängt es ab, ob man über oder neben der Hauptförderstrecke einen Pfeiler zur Sicherheit vorläufig unberührt lässt, den man erst zuletzt gewinnt. Für den Steinkohlenbergbau hat der Strebbau den auch dem Firstenbau zukommenden Vorzug, das Abtrocknen der Kohle zu vermeiden. Die Rücksicht auf hangende Lagerstätten ist zwar nöthig, aber weniger dringend, als beim Pfeilerbau, doch sind in dieser Hinsicht die Principien der Bauführung dieselben, wie beim Pfeilerbau, so dass man auch in den vorgerichteten Flötzen den Bau von Oben nach Unten führt. Reichen die Berge nicht zum vollständigen Versetzen aus, so begnügt man sich auch wohl mit theilweisem Versatz, den man dann in parallelepipedische Mauern ordnet, und nimmt nöthigenfalls Stempel zu Hilfe; dann muss man aber in den meisten Fällen Abtheilungen bilden und die Förderstrecken durch einen Pfeiler sichern.

Die Vergleichung der Unglücksfälle, welche durch Explosion schlagender Wetter und durch Hereinfallen des Hangenden oder der Kohle auf den englischen Gruben beim Pfeilerabbau und beim Strebbau in den verschiedenen Districten vorkommen, lassen den Ingenieur Fowler den Schluss ziehen, dass der Strebbau für das Leben und die Sicherheit der Arbeiter ungefährlicher, als der Pfeilerbau, sei.[74]) Als Gründe hierfür werden angegeben: die geringere Weite der Arbeitsstösse, die kleinere Ausdehnung der offengelassenen Räume, die Concentration der Arbeitspunkte und deshalb bessere Beaufsichtigung der Arbeiter, sowie auch vorzugsweise

[74]) Berggeist. Köln 1870. S. 411. — Glückauf. Essen 1871. No. 49.

der Umstand, dass das Hangende nicht vorher, wie bei den Pfeilerabbaustrecken, der Einwirkung des Wetterstroms und des durchsickernden Wassers ausgesetzt ist und dadurch gebräch gemacht wird; das Setzen des Hangenden im Ganzen wird in der Regel rechtzeitig wahrgenommen, so dass sich der Arbeiter zur Zeit zurückziehen kann. Vor allem Anderen aber ermöglicht der Strebbau eine bessere Ventilation der Arbeitsräume und verhindert schon dadurch die Explosion schlagender Wetter, ausserdem aber ist bei der geringeren Ausdehnung der Arbeitsräume stets ein geringeres Luftquantum durch den Wetterzug zu regeneriren, denn da eine geringere Oberfläche der aufgeschlossenen Kohle dem Wetterzuge ausgesetzt ist, so ist auch das Quantum des ausströmenden Gases aus der entblössten Kohle geringer; endlich bilden sich in den Pfeilerabbaustrecken beim theilweisen Niedergehen des Hangenden in den Firsten Auskesselungen, welche sich mit schlagenden Wettern füllen und die Stätten zur Erzeugung grossartiger Explosionen bilden; beim Strebbau wird durch das gleichmässige Setzen des Hangenden die Bildung solcher Höhlungen vermieden. — Dass man auch auf dem Continente diesen von Fowler richtig aufgestellten Bemerkungen die grösste Aufmerksamkeit schenkt, beweisen die eben dargestellten Versuche auf der Grube Gerhard bei Saarbrücken, wo man statt des Pfeilerabbaues für einzelne Flötze in dem reinen oder stossartigen Strebbau eine rationellere Baumethode zu finden strebt, es ist aber immerhin zu berücksichtigen, dass nicht überall die Vorbedingungen zur Anwendung des Strebbaues vorhanden sind.

### II. Abbaumethoden ohne Bergversatz.

#### a. Pfeilerbau.

Der Pfeilerbau findet nur auf plattenförmigen Lagerstätten statt. Die Ausgewinnung geschieht hier in zwei Betriebsstadien: 1) durch Vorrichtung von Pfeilern, d. h. Stücken der Lagerstätte von sehr verschiedenen Dimensionen, 2) demnächst durch den Abbau der vorgerichteten Pfeiler. Getrennt hat man vom Pfeilerbau den Oerterbau, bei welchem die vorgerichteten Pfeiler ganz oder theilweise zurückgelassen werden, so dass gewissermassen das zweite Betriebsstadium, der Abbau der Pfeiler, ganz oder theilweise unterbleibt; der Grund zu dem Preisgeben von Pfeilern liegt fast immer darin, das Zubruchegehen des Hangenden ganz oder doch während längerer Zeit zu verhüten, ist mithin ein durchaus äusserlicher, nicht in der Methode an sich beruhender, so dass die Bemerkungen über den Pfeilerbau zum grossen Theile auch auf den Oerterbau Anwendung finden.

Der Pfeilerbau ist anwendbar bei allen Fallwinkeln und für mittlere, nicht zu grosse Mächtigkeiten, bei grösseren Mächtigkeiten werden Modificationen nothwendig. Es ist die häufigste Abbaumethode für Steinkohlenflötze, ebenso, etwas modificirt durch die Art der Lagerung und die Natur

der begleitenden Gesteine, für Braunkohlenflötze, ferner für Eisensteinflötze, wo es an Versatz fehlt. Oerterbau findet unter besonderen Umständen auf Steinkohlenflötzen u. s. w. statt, principiell aber auf Steinsalzlagerstätten.

### 1. Pfeilerabbau auf Steinkohlenflötzen.

Beim Pfeilerbau auf Steinkohlenflötzen sind zu unterscheiden geneigte Flötze von mittlerer Mächtigkeit, geneigte Flötze von grosser Mächtigkeit, flach liegende oder söhlige Flötze, welche letztere namentlich in England vorkommen. Der Pfeilerbau kann streichend, diagonal oder schwebend geführt werden, diese Unterschiede sind indess nur bei stärkerer Neigung von Belang, sie verschwinden fast ganz bei flach liegenden Flötzen. Da bei der Gewinnung von Steinkohlen die Förderung stets von der grössten Wichtigkeit ist, so lässt sich von vornherein einsehen, dass der diagonale und schwebende Bau an ein Maximum des Fallwinkels gebunden sind; eine solche Gränze hat der streichende Pfeilerbau nicht, welcher im Stande ist, sich sowohl jedem Fallwinkel, als auch jeder Veränderung des Fallens anzupassen, z. B. den gerundeten Mulden- und Sattelformen; wie alle streichenden Betriebe muss er aber von Beachtung der vorhandenen Zerklüftung der Kohle absehen.

#### *aa.* Streichender Pfeilerbau.

Die Lagerstätte wird über einer Bausohle in ihrer streichenden Länge in Bauabtheilungen zertheilt, in welchen parallele streichende Oerter über einander, selten unter einander, aufgefahren werden; dieselben zertheilen die Massen in parallelepipedische Streifen, welche von der Baugränze aus rückwärts, und zwar die höchsten zuerst, nach dem Ausgangspunkte der Strecken verhauen werden (l'exploitation par massifs ou piliers longs): bei schwachem Fallen tritt zuweilen noch eine rechtwinkelige Durchörterung der Pfeiler ein.

Die Erwägungen für die flache Höhe oder Breite des Orts und des Pfeilers gelten allgemein für alle Arten des Pfeilerbaues und stehen auch in einigem Zusammenhange mit der Grösse der Bauabtheilungen, wovon später die Rede sein wird. Die Ortshöhe muss stets so gross sein, dass man die beim Betriebe gelegentlich, sei es aus Bergmitteln, sei es beim Nachreissen der Förderbahn, besonders in schmalen Flötzen, fallenden Berge im Ortsraume versetzen kann, ohne die Förderung zu beeinträchtigen; dieser Versatz kommt stets an den einfallenden Stoss und liegt daher, je nach der Grösse des Fallwinkels, bald unter, bald neben der Förderbahn. An und für sich vermindern breite Oerter die Kosten des Betriebs, hohe hingegen werden nachtheilig, weil sie in Stösse abgesetzt werden müssen und die Stücke schlecht conserviren. Schmale Flötze, schwache Neigung, viele Bergmittel, gutes Nebengestein erfordern und gestatten grössere Ortshöhen, beziehungsweise Ortsbreiten; mächtige Flötze,

geringe Bergmittel oder deren gänzliches Fehlen, starkes Fallen, gebräches Nebengestein bedingen geringere Ortshöhen, beziehungsweise Ortsbreiten. Aehnlich ist es für die Pfeiler. Zu schwache Pfeiler lassen den Druck vor Erreichung der Baugränze wirksam werden, vermindern den Procentfall an Stückkohlen, erheischen mehr Oerter zur Vorrichtung derselben flachen Höhe, vertheuern also die Gewinnung; zu hohe Pfeiler haben zwar weniger Oerter nöthig, erschweren aber den Abbau durch häufigeres Zubruchegehen, womit stets Verlust an Kohle verbunden ist, bei starkem Fallwinkel sind sie der Conservirung von Stückkohlen nachtheilig und machen die Arbeit gefährlich. Auf die Pfeilerhöhe wirkt noch die spätere Weise des Verhaues ein; erfolgt diese in schwebenden Abschnitten, was freilich nur bei flachem Fallen möglich ist, so kann die Pfeilerhöhe etwas vergrössert werden. Ebenso ist für die Oerter auch die Dauer der Aufrechthaltung, d. h. die Länge der Bauabtheilung und hiermit indirect im Zusammenhange stehend die Stärke des Productionsquantums zu berücksichtigen.[75]) Als Beispiele sind anzuführen: in Westfalen nimmt man die Oerter ($1^1/_2$ bis 4, selten 5 Lachter) 3 bis 8, selten 10 Meter, die Pfeiler (2 bis 4, selten 5 Lachter) 4 bis 8, selten 10 Meter oder mehr; in der Gegend von Waldenburg die Oerter bis ($^3/_4$ Lachter) 1,5 Meter, die Pfeiler bei meist schwebendem Betrieb (8 bis 10 Lachter) 16,75 bis 21 Meter; in Oberschlesien, wenn nicht etwa ganz schmal aufgefahren wird, die Oerter (1 bis $2^1/_2$ Lachter) 2 bis 5,25 Meter, die Pfeiler (3 Lachter) 6,25 Meter; auf den Gruben bei Saarbrücken die Oerter ($2^1/_2$ bis 3 Lachter) 5,25 bis 6,25 Meter, die Pfeiler (5 Lachter) 10 Meter; im Königreich Sachsen die Oerter ($^3/_4$ bis $1^1/_2$ Lachter) 1,5 bis 3 Meter, nur grössere Breite, wenn sich dieselbe durch die mit einbrechenden und zu versetzenden Berge wieder auf ($1^1/_2$ Lachter) 3 Meter reduciren lässt, die Pfeiler bei gewöhnlich schwebendem Verhieb nicht über (10 Lachter) 21 Meter.

Das Ansetzen der oberen Oerter, welche über der Grundstrecke zu führen sind, bedarf besonderer Betriebe, wobei einerseits auf die für Steinkohlengewinnung so überaus wichtige Förderung, andererseits auf den Fallwinkel der Lagerstätte als maassgebend Rücksicht zu nehmen ist. Solche Betriebe sind: diagonale Strecken, schwebende Strecken, welche einen besonderen Fall der diagonalen bilden, Bremsberge, tonnlägige Schächte, welche häufiger beim Bau über Stollnsohlen, auch unter Sohlenstrecken vorkommen, Rolllöcher, deren man sich für stärkere Neigungen und nur noch selten für Steinkohlenflötze bedient.

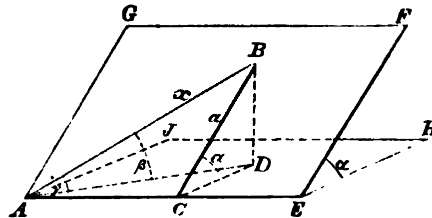
Der Neigungswinkel der diagonalen Vorrichtungsstrecken ist von der Art der Förderung abhängig. Wenn, was das einzig Richtige bei ausgedehntem streichenden Pfeilerbau ist, Förderwagen bis unmittelbar vor die Oerter gelangen und durch einen Fördermann bewegt werden, so ist

[75]) v. Oeynhausen und v. Dechen: Ueber den Steinkohlenbergbau in England in Karsten Archiv 1833. Bd. 6. S. 44.

5 Grad die mittlere Neigung für Diagonalen; man kann bis 6 Grad gehen bei kleinen Förderwagen von 6 Scheffel Inhalt, kräftigen Förderleuten und kurzen Förderlängen; bei grossen Förderwagen von 10 bis 12 Scheffel Inhalt und grossen Förderlängen darf man nur 4 bis $4^1/_2$ Grad Neigung anwenden, in Saarbrücken geht man sogar nur bis $3^1/_2$ Grad. Diese Winkel erfordern übrigens das Hemmen der Räder bei der Abwärtsbewegung, da bei Holzgestänge $3^1/_2$ Grad, bei eisernen Schienen $1^1/_2$ oder schon $1^1/_8$ Grad zum freien Hinablaufen genügen.

Die Länge der Diagonale und deren Neigung, die mit derselben einzubringende Pfeilerhöhe und der Flötzfallwinkel stehen in bestimmtem Abhängigkeitsverhältniss.[76]) In Figur 164 bezeichnet A E F G die Flötz-

Fig. 164.




abtheilung, FEH $= \alpha =$ BCD den Fallwinkel des Flötzes, AB $=$ x die Länge der Diagonale, BAD $= \beta$ den Neigungswinkel der Diagonale gegen den Horizont, BAC $= \gamma$ den Neigungswinkel derselben gegen die Streichlinie des Flötzes, BC $=$ a die einzubringende Pfeilerhöhe. Aus den Dreiecken ergiebt sich:

$$BD = x \sin \beta$$
$$BD = a \sin \alpha$$
$$x \sin \beta = a \sin \alpha$$
$$x = \frac{a \sin \alpha}{\sin \beta}$$

d. h. bei constantem $\beta$ ist x direct proportional sin $\alpha$.

Ferner findet sich:

$$a = x \sin \gamma$$
$$BD = a \sin \alpha = x \sin \gamma \,.\, \sin \alpha$$
$$BD = x \sin \beta$$
$$\sin \gamma \,.\, \sin \alpha = \sin \beta$$
$$\sin \gamma = \frac{\sin \beta}{\sin \alpha}$$

d. h. bei constantem $\beta$ ist sin $\gamma$ umgekehrt proportional sin $\alpha$.

---

[76]) Lottner: Ueber die Grundsätze, welche bei dem Abbau der Steinkohlenflötze in Westfalen zu befolgen sind, in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 7. B. S. 287.

Hiernach berechnet sich für eine Neigung der Diagonale ($\beta$) von 5 Grad:

| | | | |
|---|---|---|---|
| für $\alpha = 10$ Grad | | x = | 1,992 . a |
| „ $\alpha = 15$ | „ | x = | 2,969 . a |
| „ $\alpha = 20$ | „ | x = | 3,924 . a |
| „ $\alpha = 25$ | „ | x = | 4,837 . a |
| „ $\alpha = 30$ | „ | x = | 5,736 . a |
| „ $\alpha = 40$ | „ | x = | 7,375 . a |
| „ $\alpha = 50$ | „ | x = | 8,789 . a |
| „ $\alpha = 60$ | „ | x = | 9,936 . a |
| „ $\alpha = 70$ | „ | x = | 11,080 . a |
| „ $\alpha = 80$ | „ | x = | 11,290 . a |
| „ $\alpha = 90$ | „ | x = | 11,470 . a |

unter derselben Voraussetzung wird der Winkel $\gamma$

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| bei | 6 | Grad | Flötzfallen | = 56 | Grad | 29 | Minuten |
| „ | 7 | „ | „ | = 45 | „ | 39 | „ |
| „ | 8 | „ | „ | = 38 | „ | 46 | „ |
| „ | 9 | „ | „ | = 33 | „ | 51 | „ |
| „ | 10 | „ | „ | = 30 | „ | 7 | „ |
| „ | 15 | „ | „ | = 19 | „ | 40 | „ |
| „ | 20 | „ | „ | = 14 | „ | 45 | „ |
| „ | 25 | „ | „ | = 11 | „ | 54 | „ |
| „ | 30 | „ | „ | = 10 | „ | 2 | „ |
| „ | 40 | „ | „ | = 7 | „ | 47 | „ |
| „ | 50 | „ | „ | = 6 | „ | 31 | „ |
| „ | 60 | „ | „ | = 5 | „ | 46 | „ |
| „ | 80 | „ | „ | = 5 | „ | 4 | „ |
| „ | 90 | „ | „ | = 5 | „ | — | „ |

Hieraus ergeben sich die Nachtheile der Diagonalen bei etwas grösserer Flötzneigung, nämlich:

1. Erzeugung spitzer Winkel an den Punkten, wo die Diagonale mit den streichenden Vorrichtungsstrecken zusammentrifft, woraus Schwierigkeiten für das Anhauen der Oerter, Entblössungen des Hangenden auf grösseren Flächen, Druck auf die keilförmigen, selten ganz zu gewinnenden und nur Gruskohlen liefernden Stücke entstehen;

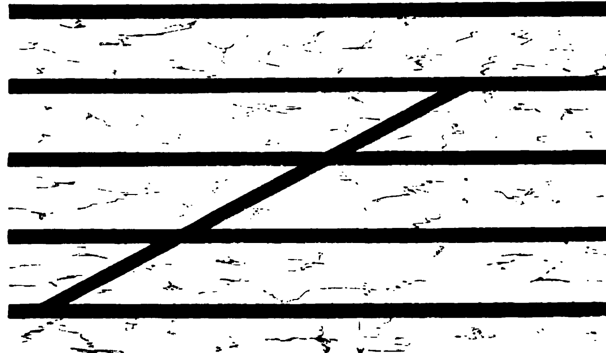
2. ungleiche Länge der Oerter bis zu den, gewöhnlich mehr oder weniger in der Falllinie liegenden Gränzen des Abbaufeldes, wodurch also Verschiedenheit in der Zeit bis zur Erreichung dieser Gränzen durch die Oerter entsteht, wovon wiederum der Beginn des Abbaues der Pfeiler abhängig ist; Fig. 165.

3. grosse Länge der Diagonalen, womit im Zusammenhange steht

4. die Nothwendigkeit, bei grösserer flacher Höhe des Baufeldes die Diagonale abzusetzen und rückführend zu treiben, theils um den Förder-

leuten einen Ruhepunkt zu bieten, theils weil bei mässigem Fallwinkel die Diagonale früher die im Streichen liegende, als die obere Baugränze erreichen würde. Bei 5 Grad Ansteigen der Diagonale, 20 Grad Flötzfallen

Fig. 165.



(120 Lachter) 251 Meter Länge des Baufeldes im Streichen, bringt die Diagonale nur (31,62 Lachter) 66 Meter flache Höhe ein, liegt hier die streichende Baugränze, so muss man von hier aus, besser aber noch früher, nach der entgegengesetzten Richtung ansteigend, d. h. rückführend auffahren. Je stärker der Fallwinkel, desto öfter sind die Diagonalen hin und her zu treiben, schliesslich fast für jedes Ort, desto weniger regelmässig lassen sich die Ortsbetriebe zu einander stellen, desto mehr Zeit vergeht überhaupt bis zum Ansetzen des höchten Orts, beziehungsweise bis zur Bildung des höchsten Pfeilers, von dessen Abbau der aller tieferen abhängt.

Bei sonst regelmässigem Verhalten der Flötze und ausgedehnten Abbaufeldern sollten daher Diagonalen allein zur Vorrichtung oberer Oerter nur bei mässigem, 10 bis 15 Grad nicht übersteigenden Fallwinkel zur Anwendung kommen. Ausnahmsweise wendet man sie auch bei stärkerem Fallen für kurze Feldesmittel zwischen Störungen an, wo Bremsberge an sich nicht lohnend sind, auch die Durchfahrung der Störungen mit allen Oertern zu kostspielig sein würde.

Schwebende Strecken treten ein, wenn der Fallwinkel der Lagerstätte dem zur Förderung angemessenen gerade entspricht oder noch unter diesen herabgeht, obwohl es im letzteren Falle vortheilhaft ist, den streichenden Bau überhaupt zu verlassen. Derartige schwebende Strecken sind Bremsberge, Rollöcher, tonnlägige Schächte.

Bremsberge (Bremsschächte, Bremswege, Bremsfallstrecken im Königreich Sachsen, plans automoteurs, self-acting inclined planes) kommen kaum anders als schwebend vor. Dieselben bieten den kürzesten Weg zum Ansetzen streichender Oerter dar, sie sind nicht gebunden an ein Maximum, wohl aber an ein Minimum des Fallwinkels, wo die relative Schwere des hinabzubremsenden Fördergefässes zur Ueberwindung der Hindernisse nicht mehr ausreicht. Für Fördergefässe von 2 Tonnen Inhalt ist bei hölzernem

Gestänge eine zweckmässige Neigung 15 Grad, bei Flachsschienen 9 bis 10 Grad, bei vollkommneren Schienen 6 bis 7 Grad, doch sind die Neigungswinkel auch abhängig von der Construction der Bremsmaschine und der Höhe des Bremsberges; als zulässiges Minimum kann man im Mittel 10 Grad ansehen, mithin einen Fallwinkel, unter welchen herab Diagonalen sich eignen, wodurch sich also die Anwendung der Letzteren in der Wirklichkeit sehr beschränkt. Diagonalen erhalten streichende Vorrichtungsstrecken stets nach beiden Seiten, bei Bremsbergen hingegen sind doppelt oder zweiseitig vorrichtende und einseitige zu unterscheiden; hiermit verknüpft sind auch die Unterschiede in der Bremsvorrichtung, weil dann auch zwei-, beziehungsweise einseitig und zwar aus verschiedenen Ortssohlen zu fördern ist, so dass auch Rücksichten auf die Förderung bei der Wahl der Vorrichtung concurriren. Am geeignetsten sind Bremsmaschinen mit Gegengewicht, also mit einem Fördertrum; wenn diese zweiseitig vorrichten sollen, so muss das Gegengewicht unterlaufend sein, was immer etwas grössere Mächtigkeit erfordert, selbst wenn man das Gegengewicht sehr flach macht und in einem Schlitz des Liegenden laufen lässt; übrigens kann man auch durch niedrige Räder und enge Spur zu Hilfe kommen. Bei einseitiger Vorrichtung durch eintrümige Bremsberge kann das Gegengewicht an der von den Oertern abgewendeten Seite liegen; bei steilem Fallen lässt sich dann selbst von beiden Seiten her anschlagen d. h. zweiseitig vorrichten, wenn das Gegengewichtsseil unterhalb des Rundbaums hergeht, jedoch gilt dies Auskunftsmittel nur bei kurzen Mitteln und nicht grossem Betriebe. Es können Fälle vorkommen, wo man zweiseitig vorrichtende Bremsberge nicht mit unterlaufendem Gegengewicht herstellen kann, weil das Liegende von so gebrächer Beschaffenheit ist, dass man darin keinen Schlitz für das Gegengewicht anbringen darf. So hat man auf der Steinkohlengrube Luise bei Barop in Westfalen in einem zweiseitig vorrichtenden Bremsberge den Förderwagen auf ein gekröpftes Gestell gebracht, welches an seinem vorderen Theil so hoch steht, dass das Gegengewicht bequem unterlaufen kann, während der hintere Theil unmittelbar auf den Schienen des Bremsberges aufliegt. Um ein Passiren des Gegengewichts zu gestatten, ist die obere Leitschiene für den Förderwagen auf dem Gestell nach der Seite, auf welcher das Gegengewicht zu passiren hat, abgebrochen, so dass das Gegengewicht an dieser Stelle neben dem Gestell laufen kann. Um die Verbindung der Leitschienen auf dem Gestell mit dem Schienenstrang in der Abbaustrecke, aus welcher der Förderwagen aufgeschoben werden soll, herzustellen, dient eine eiserne Gabel, welche die abgebrochene Leitschiene des Gestells umfasst und am andern Ende in die betreffende Schiene in der Abbaustrecke eingehakt und nach dem Auffahren des Förderwagens wieder bei Seite gelegt wird. — Zweitrümige, immer zweiseitig vorrichtende Bremsberge haben scheinbar den Vortheil, in derselben Zeit das doppelte Förderquantum zu beschaffen; dies ist auch richtig, wenn in beiden Fällen nur aus einem Orte gefördert wird, also

den Zweck der Vorrichtung fortfällt; auch liegt bei flachem Fallen ein gewisser Vortheil darin, dass das Uebergewicht des herabgehenden gegen das aufgehende Fördergefäss grösser ist. Dagegen ist das Fördern aus verschiedenen Oertern sehr unbequem, wozu man den Rundbaum mit 2 Trommeln versehen muss, von denen die eine beweglich ist, um das eine Seil oder die eine Kette verlängern und verkürzen zu können, was sehr zeitraubend ist. Die Differenz zwischen den Seillängen muss hierbei im Allgemeinen gleich dem Abstande der Anschlagesohle vom tiefsten Orte sein. Auch ist bei dieser Methode erforderlich, dass stets von beiden Seiten dasselbe Kohlenquantum zum Abbremsen gelangt, was aber nicht immer möglich ist. Weil die zweitrümigen Bremsberge breiter sein müssen, als die eintrümigen, so entblössen sie das Hangende mehr, erfordern also einen stärkeren Ausbau, dagegen sind sie bei geringerer Mächtigkeit der Lagerstätte anwendbar.

An den Punkten, wo die Ausrichtungsquerschläge die Flötze durchfahren haben, und wo die Gewinnung zu beiden Seiten des Querschlags sich im Streichen ausdehnt, werden von der Grundstrecke aus zweiseitig vorrichtende Bremsberge zur Vorrichtung der ersten Bauabtheilnng jederseits aufgefahren, wobei die Gränze der Sicherheitspfeiler für jene Querschläge zu beachten und die Oerter innerhalb derselben nur schmal aufzu fahren sind. Liegen Gründe selbst gegen eine solche Durchlöcherung vor, so nimmt man zwei einseitige Bremsberge an den Gränzen der Sicherheitspfeiler, wenn man diese nicht überhaupt ihrer Einfachheit wegen vorzieht. Hierbei ist noch zu bemerken, dass, wenn die Querschläge vom Liegenden zum Hangenden gehen, im äusserst hangenden Flötze für die Querschläge ein Sicheeheitspfeiler nicht nothwendig ist. Wenn das Flötzverhalten bekannt ist, so lassen sich für die folgenden Bauabtheilungen zweiseitige Bremsberge nicht billigen, denn man müsste unnöthiger Weise mit der Grundstrecke in forcirtem Betriebe als Feldort vorausgehen und büsste dadurch an Zeit ein, ausserdem erhielte man eine Rückförderung für die aus der vorhergehenden Bauabtheilung zurückgetriebenen Oerter, obwohl diese Gründe an Erheblichkeit verlieren, je weniger lang im Streichen die Bauabtheilungen zu jeder Seite des Bremsberges genommen werden. Im Allgemeinen ist die einseitige Vorrichtung die zweckmässigere. Diese Grundsätze gelten indess nur für regelmässige und grosse Abbaufelder. Anders gestaltet es sich, wenn die Grundstrecke bereits als Feldort vorausgetrieben ist; wenn es sich um Herstellung möglichst zahlreicher Gewinnungspunkte handelt; wenn bei gerundetem Schichtenbau der neue Bremsberg in eine Muldenlinie oder in die Nähe einer solchen fallen würde; wenn zwischen natürlichen Baugränzen Feldesmittel vorzurichten sind, deren Länge grösser ist, als für einen und kleiner als für zwei einseitige Bremsberge angemessen sein würde; wenn das Flötzverhalten überhaupt nur geringe Ortslängen gestattet, daher zur möglichsten Concentrirung des Abbaues zwingt und die Anlagekosten des Bremsberges gedeckt werden müssen, da

zwei einseitige mehr kosten als ein zweiseitiger. Dann verschwinden aber auch die Nachtheile in Betreff des Umförderns und des Voraustreibens des Feldortes, während die übrigen für die zweiseitige Förderung bestehen bleiben, wenn nicht ein unterlaufendes Gewicht vorhanden ist.

Die Dimensionen der Bremsberge eind abhängig davon, ob sie ein- oder zweitrümig, ob mit unterlaufendem oder seitlichem Gegengewicht hergestellt werden sollen, ferner vom Fallwinkel insofern, als stärkeres Fallen Gestelle für die Förderwagen erfordert, um dieselben in der Richtung des Streichens aufzuschieben. Je geringer die Dimensionen sind, desto haltbarer sind die Bremsberge herzustellen, so dass gebräches Dachgestein auch zweitrümige Bremsberge widerrathen kann. Endlich ist noch zu berücksichtigen, ob die Fahrung im Bremsberge selbst stattfindet oder nicht, das Letztere ist im Allgemeinen besser; als Grundsatz muss gelten, dass die Belegschaft niemals durch den Bremsberg zu passiren hat, wovon höchstens bei ganz flachem Fallwinkel abgegangen werden kann. Wenn ein besonderes Fahrtrum vorhanden ist, so liegt es an der Seite der Oerter, so dass ein zweiseitiger Bremsberg eigentlich auch zwei Fahrtrümer haben müsste; das Verschlagen der Fahrtrümer gegen das Fördertrum ist zur Sicherheit der Arbeiter erforderlich, besser aber ist es vom Bremsberg ganz getrennte Fahrüberhauen, bei zweiseitigen Bremsbergen zu jeder Seite eins, anzulegen, welche auch zum Breithauen der Oerter dienen können.

Die Herstellung der Bremsberge ist bei flachem Fallen dem Streckenbetrieb ähnlich, bei starkem Fallen geht man zweckmässig mit einem Ueberhauen vor, um gleichsam die Beschaffenheit der Lagerstätte zu untersuchen, und erweitert dasselbe von Oben nach Unten, wodurch für die Arbeiter grössere Sicherheit geboten ist. Beim Vorhandensein schlagender Wetter ist die Regel abzuhauen oder abzuteufen; nur ausnahmsweise, wenn eine obere Sohle fehlt, muss man von Unten aufhauen, dann aber kräftige Apparate zur Zuführung frischer Wetter anwenden; auch treibt man in solchem Falle zwei Ueberhauen nebeneinander, die man von Zeit zu Zeit streichend verbindet. Bei starkem Fallen hat man vorzugsweise, wenn dies auch in allen Fällen zu geschehen hat, auf gleichmässige Neigung zu sehen, wobei man die Controle wie bei tonnlägigen Schächten bewirkt. Zimmerung wird je nach der Beschaffenheit des Daches nach Bedürfniss eingebracht; da die Bremsberge längere Zeit offen bleiben, muss man bei der Zimmerung sorgfältig zu Werke gehen.

Zur Sicherung der Fahrung und Förderung in der Grundstrecke setzt man den Bremsberg nicht unmittelbar aus dieser in seiner normalen Richtung an, sondern geht mit einer kurzen Diagonale aus der Grundstrecke in die Richtung des Bremsberges oder setzt diesen aus dem zweiten Orte an, wobei dann aber auch noch eine Diagonale bis zur Grundstrecke erforderlich ist. In anderen Fällen macht man Umbruchsorte, die bei flachem Fallen und grosser Mächtigkeit in das Kohl am Hangenden gelegt werden, indem der Bremsberg nur in einem Theile der Kohle steht, oder man legt

sie ins Gestein; in noch anderen Fällen bringt man am Fuss des Bremsberges Schutzbühnen an, durch welche das herabkommende Fördergefäss von der Grundstrecke abgehalten wird. Fig. 166. 167.

Fig. 166.

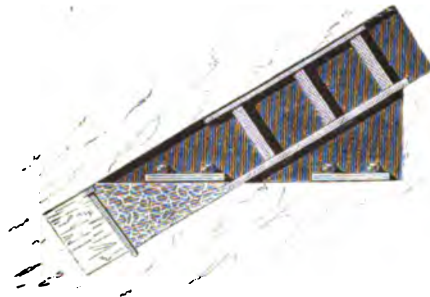
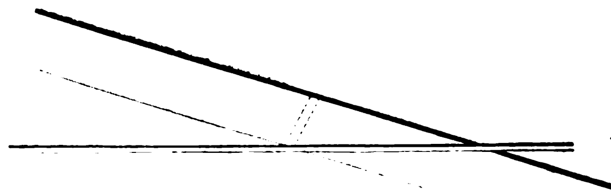


Fig. 167.



Die Verbindung von Bremsbergen mit Diagonalen erfolgt in der Art, dass zu Gunsten der Förderung nur ein um das andere Ort direct im Bremsberge angehauen und für das Zwischenort eine Diagonale angelegt wird. In ähnlicher Weise verfährt man bei Theilung von Pfeilern, welche durch Abnahme des Fallwinkels zu stark geworden sind; im entgegengesetzten Falle überspringt man ein Ort. Wenn die ganze flache Höhe zu gross geworden ist, legt man zwei Bremsberge übereinander mit einem Theilungsort an, wo der obere Bremsberg dem unteren zufördert, was aber wohl nur bei geringem Fallen vorkommt, denn Bremsberge erhalten bei starker Neigung nicht leicht über (40 bis 50 Lachter) 84 bis 105 Meter, bei schwacher (60 bis 70 Lachter) 125 bis 146 Meter Höhe. Zur Theilung der Bauhöhe benutzt man auch wohl Bremsberge im Quergestein, was ein gutes Auskunftsmittel ist, wenn man flachfallende, nahe zusammenliegende Flötze zu bauen hat und die Ausrichtungsquerschläge vom Liegenden herankommen. (Fig. 168.) auch wenn bei gefaltetem Schichtenbau unterfahrene Mulden zu lösen sind. (Fig. 169). Solche Bremsberge dienen allerdings nur zur Förderung, zur Vorrichtung nur insofern, als aus ihnen Theilungsörter angesetzt werden.

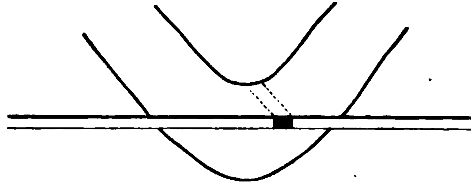
Fig. 168.



Seigere Bremsschächte werden bei dem Steinkohlenbergbau im Plauen'schen Grunde angewendet z. B. bei Zaukerode, wo die Hauptstrecken

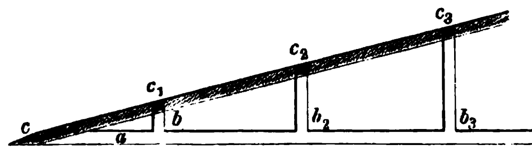
in dem (3 bis 4 Lachter) 6,277 bis 8,396 Meter mächtigen Flötze (40 Lachter) 84 Meter flach oder (12 Lachter) 25 Meter seiger auseinander liegen und Bauabtheilungen von (150 Lachter) 314 Meter Länge durch schwebende

Fig. 169.



Strecken abgetheilt werden. Von der unteren Hauptstrecke c aus geht ein Querschlag a ins Liegende, zu dem von jedem der 9 zwischen zwei Hauptstrecken liegenden Abbauörter $c_1$ $c_2$ $c_3$... ein seigerer Bremsschacht $b_1$ $b_2$ $b_3$... führt. Fig. 170. Aehnliche Anlagen hat man auch für die Förderung allein bei dem Strebbau auf dem Mansfelder Kupferschieferflötze.[77])

Fig. 170.




**Rolllöcher** sind ebenfalls schwebende Vorrichtungsbaue, die sich von den Bremsbergen nur durch die Art der Förderung unterscheiden; indem die gewonnenen Kohlen einfach in ihnen abgestürzt werden und von den oberen Oertern zur Grundstrecke herabrollen. Das Minimum der Neigung für die Rolllöcher ist 30 bis 35 Grad, weil sonst die Kohlen nicht mehr von selbst rutschen; die Neigung kann geringer sein, wenn die Rolllöcher unten offen sind, also die Kohle ohne Aufenthalt hindurchrollt, sie muss grösser bei unten geschlossenen und gefüllt gehaltenen Rollen sein, weil die Kohle hier beim jedesmaligen Oeffnen aus der Ruhe sich in Bewegung setzen muss. Die Rollen führen zum Zerkleinern der Kohlen, was mit der Höhe und dem Fallwinkel zunimmt; sie gestatten auch das Sortiren der Kohlen vor Ort nicht, weil die verschiedenen Sorten beim Abstürzen durch die Rolle nicht auseinandergehalten werden können. Ein Rollloch lässt sich, wenn es gefüllt gehalten werden soll, nur mit grossen Schwierigkeiten zur Förderung aus verschiedenen Ortssohlen benutzen; stürzt man aber von Ortssohle zu Ortssohle ab, so wachsen die Kosten, wogegen offene Rollen allenfalls auf die ganze Höhe des Baufelds durchgehen können. Oft bleibt nichts übrig, als für jedes Ort eine besondere Rolle zur Grundstrecke anzulegen, wodurch aber die Förderung complicirt

---

[77]) Allgem. berg- u. hüttenm. Zeitung v. Dr. Hartmann. Quedlinburg 1860. S. 367.

wird. Bei schwachem Fallen bekleidet man das Liegende mit Bohlen, damit die Kohlen besser rutschen und nicht verunreinigt werden, aus letzterem Grunde auch wohl das Hangende, das ganze Rollloch einschliesslich der Stösse auch wohl dann, wenn an sich Zimmerung nach Art des Viergespanns nothwendig wird. Man hat auch vorgeschlagen, die Rollen aus eisernen 314 Millimeter weiten, mittelst Muffen an einander gefügten Röhren herzustellen, doch scheint der Vorschlag nicht zur Ausführung gelangt zu sein. Die Anwendung der Rolllöcher bleibt beim Steinkohlenbergbau immer Ausnahme für kurze, nicht zu hohe Feldesmittel; für stärkere Fallwinkel; für Kohle, deren Grus sich zur Verkokung eignet; für schmale und steilfallende Flötze; für Kohle, welche wenig oder gar nicht in Stücke bricht; dagegen ist sie ganz am Ort bei Gewinnung von Eisenstein.

Auf den Steinkohlengruben bei Saarbrücken[78]) hat man Rolllöcher von (10 bis 30 Lachter) 21 bis 63 Meter Höhe, denen ein Feld von (30) 63 bis höchstens (60 Lachter) 126 Meter Länge zugewiesen wird; sie erhalten eine Breite von (100 Zoll) 2,615 Meter, die übrigen Dimensionen richten sich nach der Mächtigkeit des Flötzes, ein (25 Zoll) 654 Millimeter breiter Fahrschacht wird mittelst einer Stempelreihe abgetheilt. Am Fusse sind die Rollen verschlossen und an dieser Stelle die Grundstrecken etwas erweitert, damit der Förderwagen unmittelbar unter den Verschluss der Rolle fahren kann. Auch bei dem Saarbrücker Steinkohlenbergbau verschwinden die Rollen immer mehr und mehr.

Tonnlägige Schächte setzen im Ganzen auch ein nicht zu flaches Fallen voraus, sie dienen zur eigentlichen Vorrichtung nur über Stollnsohlen und allenfalls als blinde Schächte oder Gesenke unter Tage für nicht zu grosse streichende Längen. Auch hier besteht die Schwierigkeit, aus verschiedenen Ortssohlen zu fördern; wenn man nicht jedes Mal das Seil verlängern oder verkürzen will, muss man Hängeseil geben, was gefährlich ist. Die Schwierigkeit lässt sich nur umgehen, wenn man einträmig fördert und das leere Gefäss unter Anwendung einer Bremse zurückbringt, welches Auskunftsmittel indess nur selten angewendet wird. Sie können immer nur für eine Bauabtheilung benutzt werden, da die folgende entweder einen neuen Schacht haben oder auf andere Weise vorgerichtet werden muss; eben so muss, wenn mehrere Flötze gebaut werden, jedes einen solchen Schacht haben, wenn die Verbindung nicht durch hurze Querschläge hergestellt werden kann.

Tonnlägige Tiefbaue und ebenso blinde einfallende Strecken, welche stets besser, als Diagonalen, sind, erfordern eine regelmässige Sohlenbildung, wobei man allerdings Mittelsohlen anwenden kann; sonst bedient man sich der gewöhnlichen Vorrichtung. Directes Ansetzen der Oerter aus dem Schachte bringt diesen, wenn das Feld im Streichen lang ist, auf die Dauer leicht in Druck, ist auch nur für die erste Bauabtheilung neben dem Schachte

[78]) Max Nöggerath: Der Steinkohlenbergbau des Staates zu Saarbrücken in Zeitschr. für B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 3. B. S. 164.

und in dem einen Flötze, in welchem der Schacht steht, möglich. Dabei ist noch zu berücksichtigen, dass viele Anschlagepunkte mit dem regelmässigen Maschinenbetriebe auf solchen Schächten unvereinbar sind. Daher wird man die tonnlägigen Schächte nur in den seltensten Fällen zur Vorrichtung der Flötze unmittelbar benutzen.

Die Bildung der Oerter aus einem seigeren Schacht wird wohl nur über Stollnsohlen angewendet, erscheint ganz local und setzt nicht zu schwaches Fallen voraus; das Verfahren erinnert im Kleinen an die Bildung von Tiefbausohlen, indem vom Schachte aus für jedes Ort Querschläge bis zum Flötz getrieben und dann die Oerter angesetzt werden; auch fasst man wohl in solcher Weise nur einige Oerter und richtet die anderen durch Diagonalen vor. Jeder Schacht ist nur für eine Bauabtheilung zu benutzen, die neue Bauabtheilung erfordert auch einen neuen Schacht; daher findet sich bei Stollngruben, namentlich bei älteren mit Haspel- oder Göpelförderung, ein rascher Wechsel der Förderpunkte, wodurch ein charakteristischer Unterschied gegen die Tiefbaugruben entsteht.

Die Vorrichtung von Flötzgruppen aus einem der Flötze, welches Bremsberge oder andere Vorrichtungen, Hauptförder- und Wetterstrecken besitzt, erfolgt mittelst kurzer Förderquerschläge, wenn man nicht jedes Flötz durch ein System von Vorrichtungsstrecken vom Hauptquerschlage aus vorrichten will, was entschieden besser, aber auch theurer ist; jenes Verfahren wird sich in der Regel nur lohnen bei nicht zu schwachem Fallen der Flötze und nicht zu grosser Mächtigkeit der Zwischenmittel. Am besten steht der Bremsberg im liegendsten Flötze, damit er nicht durch die im Liegenden umgehenden Betriebe zu Bruche gebaut werde.

Fig. 171.

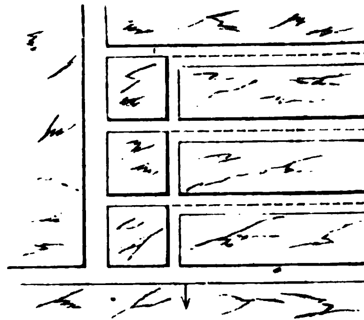
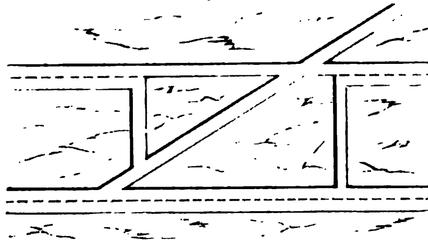


Fig. 172.



Betrieb der Abbauörter. Die Abbauörter werden aus dem Bremsberge, aus der Diagonale u. s. w. in dem Maasse in den gewählten Entfernungen von einander angesetzt, als der Betrieb der Vorrichtungsstrecken fortschreitet, um nach Vollendung der letzteren alsbald mit dem Abbau

der Pfeiler von Oben nach Unten beginnen zu können. Zunächst fährt man die Oerter bis zu einer Länge von höchstens (5 Lachter) 10,462 Meter, was von der Natur der Lagerstätte abhängig ist, schmal auf. Das Breithauen erfolgt entweder am untern Stoss mit Hilfe von kleinen Durchhieben in der Richtung des Fallens, welche nachher zu Fahrüberhauen verlängert werden (Fig. 171 und 172) oder durch Ansteigen mit der Förderbahn im oberen Stoss, welches Mittel gern bei Diagonalen in stark geneigten Flötzen angewendet wird (Fig. 173). In mächtigen Flötzen stehen die Abbauörter nur in einem Theile der Mächtigkeit; wo man dabei Kohle anbaut, ob im Hangenden oder Liegenden, richtet sich theils nach der Beschaffenheit der Flötzpacken in Bezug auf Druck, theils nach geeigneten Schramlagen, theils nach dem Verhalten des Nebengesteins. Breite Oerter in flachfallenden, schmalen Flötzen erhalten einen strebartigen Betrieb, wobei man den Arbeitsstoss in die Richtung der Schlechten stellt; hohe Oerter in stehenden (schmalen) Flötzen treibt man firstenartig in Stössen, etwa ($1^1/_2$ Lachter) 3,139 Meter hohe Oerter in 2 Stössen. Vorhandene Berge werden stets in den unteren Stoss verpackt; damit kann man bei schwachem Fallen die Bildung eines offenen Kanals zur Wetterführung und zur Ableitung der Wasser verbinden. Bei starkem Fallen ist hierzu Zimmerung nöthig, die für geringe Mächtigkeit in Brückhölzern zur Aufnahme der Berge besteht, für mächtigere Flötze aber ist Stempelschlag erforderlich, wodurch der Betrieb kostspielig wird, was indess oft, namentlich bei Vorhandensein vieler Wasser nicht zu umgehen ist.

Fig. 173.

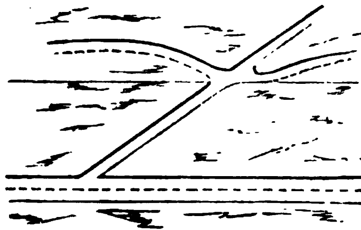
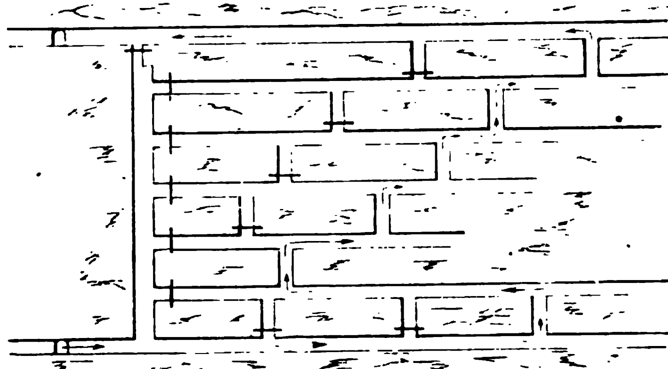


Fig. 174.



Die Wetterführung in dem Abbaufelde wird bewirkt durch rechtwinkelige Durchhiebe, welche in bestimmten regelmässigen Entfernungen von Ort zu Ort durch die zwischen liegenden Pfeiler und zwar gleichzeitig mit den Oertern, nicht erst beim Mattwerden der Wetter betrieben werden;

sobald ein neuer Durchhieb hergestellt ist, wird der vorhergehehende gegen den einziehenden Wetterstrom verblendet (Fig. 174). Die Wetter werden von Ort zu Ort aufwärts bis in die höhere Sohlenstrecke geleitet, welche beim geregelten Betriebe stets vorauszusetzen ist und offen gehalten werden muss; über Stollnsohlen muss vom höchsten Abbauorte aus ein Tagesüberhauen zur Oberfläche führen, um die ausziehenden Wetter abzuleiten. Man hat darauf zu sehen, namentlich beim Vorhandensein schlagender Wetter, dass die Arbeitspunkte direct vom Wetterstrom bestrichen werden, was man durch Anlage eines geräumnigen Wetterkanals oder durch einen Verschlag oder Streckenscheider (brattice bei den Engländern), den man von Durchhieb zu Durchhieb fortsetzt, erreichen kann; die Scheider sind indess nur bei schwachem Fallwinkel gut anwendbar, weil sie bei starkem Fallen nur im oberen Stosse angelegt werden können und dann den Raum zur Förderung beengen.

Die Grösse der Bauabtheilungen ist nach der flachen Höhe über Stollnsohlen fast der Bestimmung entzogen, bei Tiefbausohlen ist sie einigermassen in das technische Ermessen gestellt und hängt von der Wahl der Sohlenteufen ab; hinsichtlich der streichenden Länge ist sie willkürlich, insofern nicht natürliche Baugränzen, wie Verwerfungen oder Markscheiden vorliegen. Bestimmende Momente sind: die Flötzmächtigkeit; der Druck der Kohle; die Beschaffenheit des Nebengesteins im Hangenden und Liegenden, namentlich das Aufquellen des Liegenden; die Einwirkung auf die Qualität der Kohle, wenn die vorgerichteten Pfeiler lange stehen; die Kosten der neuen Vorrichtungsanlage für ein folgendes Baufeld; bei bedeutendem Förderquantum die Erzielung eines möglichst constanten Verhältnisses der vor Oertern und Pfeilern gewonnenen Mengen. Die Länge ist daher geringer zu nehmen bei mächtigen Flötzen, druckhaftem Nebengestein, leicht verwitternder Kohle, niemals aber so lang, dass die Zimmerung in den Oertern einer Auswechselung bedarf oder die Pfeiler in Druck gerathen, was Vermehrung der kleinen Kohle zur Folge hat. Niemals ist auch eine grössere Fläche vorzurichten, als den muthmasslichen Bedürfnissen des Debits entspricht, weshalb man bei schwachem Absatz wohl nur zunächst die oberen Oerter treibt. Deshalb ist das Verfahren auf den Gruben bei Kladno in Böhmen [79]), wo man sehr grosse Felder zugleich in Vorrichtung und Abbau nimmt, nicht zu empfehlea, obwohl dasselbe auch an anderen Orten vorkommt. Bei mittlerer Mächtigkeit des Flötzes und mässig gutem Nebengestein ist die Länge der Bauabtheilungen von (120 bis 150 Lachter) 251 bis 314 Meter, in Oberschlesien nimmt man bei einseitiger Vorrichtung (60 bis 100 Lachter) 126 bis 209 Meter, im Königreich Sachsen bei zweiseitiger (100 bis 120 Lachter) 209 bis 251 Meter.

Bei dem Abbau eines einzelnen Flötzes sind folgende Regeln zu beachten:

[79]) Jahrb. des schles. Vereins für B.- u. H.-Wesen Bd. 3. S. 29.

1. Jedes obere Ort muss dem nächst unteren voraus zu Felde stehen, weil der obere Pfeiler zuerst abzubauen ist, daher muss man den Betrieb des Bremsberges, der Diagonale u. s. w. nach Möglichkeit beschleunigen, um das höchste Ort ansetzen zu können. Die Pfeilerverhaue kommen hierdurch ohne Weiteres in das richtige Verhältniss, man vermeidet Verderben der Zimmerung, Verschlechterung der Kohle, Druck auf die Pfeiler.

2. Ausgenommen von dieser Regel sind die Grund- und Sohlenörter (Ort No. 1), welche in Gemeinschaft mit dem Wetterort (Ort No. 2) vorausgehen müssen, entweder als Feldörter, oder nur so weit, um zur Vorrichtung der neuen Bauabtheilung schreiten zu können, wenn die höchsten Oerter der vorhergehenden Abtheilung die Baugränze erreicht haben, welche man gern durch ein Ueberhauen zu markiren pflegt.

3. Ausgeschlossen vom Abbau bleiben die Pfeiler unter der oberen und über der unteren Sohlenstrecke theils mit Rücksicht auf spätere Bauabtheilungen, theils für die Wetterführung tieferer Sohlen. Hiervon tritt eine Ausnahme ein, wenn eine Flötzgruppe von einem Flötze aus gebaut wird, wobei man die querschlägige Lösung in jeder Sohle und in jeder Bauabtheilung wiederholt und die betreffenden Pfeiler nur auf dem Flötze, von dem aus die Lösung erfolgt, stehen lässt, auf den übrigen aber gewinnt. Auch kann der gänzliche Verhau über Stollnsohlen bei Erreichung der Markscheide eintreten, wenn man später an der unteren Gränze des Stollnsicherheitspfeilers ein besonderes Wetterort treiben will.

4. Einige Lachter der Pfeiler zu beiden Seiten des Bremsberges bleiben zu dessen Sicherheit stehen, bis alle Pfeiler verhauen sind; diese Pfeilerstücke sind meist als verloren anzusehen.

5. Auch zwischen zwei Bauabtheilungen bleibt in der ganzen Feldeshöhe ein Sicherheitspfeiler stehen, den man in der Regel gar nicht durchführt.

Durch die stehenbleibenden Sicherheitspfeiler wird der alte Mann des Baufeldes gleichsam eingerahmt, in sich abgeschlossen, was in Bezug auf die Entwicklung von Druck, Ansammlung böser Wetter, Grubenbrand wichtig ist.

Der Abbau der Pfeiler kann auf zwei Weisen geschehen: streichend rückwärts oder in schwebenden Abschnitten; mit der letzteren Methode würde der schwebende Strebbau im Levant de Mons einige Aehnlichkeit haben. Schwebende Gewinnung der Pfeiler ist nur bei flachem, etwa bis 30 Grad betragendem Fallen anwendbar; sie hat den Vortheil, einen festen Stoss zu haben, die Möglichkeit, das Hangende gehörig zu übersehen und zu beobachten, dem Bruche desselben bestimmte Gränzen zu setzen, hingegen den mit einem festen Stoss verknüpften Nachtheil, wiederholt schlitzen zu müssen oder mehr Pulver und Schiessmaterial zu verbrauchen. Die streichende Gewinnung ist stets möglich, sie macht sich die beiden freien Seiten des Pfeilers zu Nutze und gewährt dadurch Erleichterung, was besonders bei sehr festen Flötzen wichtig ist. Daher

wendet man den schwebenden Verhieb bei nicht stark fallenden Flötzen von ansehnlicher und sehr grosser Mächtigkeit und bei solchen mit schlechtem Dach an, z. B. bei den mächtigen Flötzen in Oberschlesien[80]), auch bei den Flötzen Blücher auf der Grube Duttweiler und Hardenberg auf der Grube Jägersfreude bei Saarbrücken[81]), ausserdem wenn die Ablösungen der Kohle mehr im Streichen liegen, z. B. auf den Steinkohlengruben in der Nähe von Waldenburg.

Am einfachsten ist der Pfeilerverhieb, sowohl streichend, wie schwebend, bei mässiger Mächtigkeit, welche auf einmal in Bau genommen werden kann, oder bei welcher doch nur wenige Kohle zur Sicherheit angebaut wird. Bei flachem Fallen und streichendem oder Längenverhieb nimmt man die ganze Pfeilerbreite durch Schrämen vor, wobei man Kohlenstreifen (Beine) zur Unterstützung des unterschrämten Kohls stehen lässt, giebt dem Stoss eine solche Lage, dass etwaige Schlechten benutzt werden können, und kann für gewöhnlich bis zum alten Mann des oberen Pfeilers verhauen; bei stark fallenden und stehenden Flötzen tritt die Nothwendigkeit einer unterstützenden, bis zu ($^1/_2$ Lachter) 1 Meter starken stehenbleibenden Schwebe ein, so wie die Eintheilung in Stösse, welche in der Regel firstenartig, selten und nur bei sehr offenen zufallenden Schlechten strossenartig gewählt wird; die letztere ist übrigens der Erhaltung der Stücke günstig, die man bei firstenartigen Stössen wohl auf geneigten Bühnen von Brettern herabgleiten lässt.

Zur Unterstützung des Daches bringt man Zimmerung nach Bedürfniss an, je nach der Festigkeit des Daches Stempel allein oder mit Unterzügen am Dache oder mit Unterzügen am Hangenden und Liegenden. Bei schwebendem oder Querverhieb bemisst man dessen Breite nach den Umständen, meistens nahezu Ortsbreite, bei Saarbrücken (3 bis 4 Lachter) 6,277 bis 8,369 Meter, der Arbeitsstoss steht streichend; bei stärkerem Fallen bleibt hier wohl auch eine Schwebe stehen. Die Schwebe hat man bei streichendem Verhieb wohl durch Stempelschlag auf oberer Ortssohle zu vermeiden gesucht, was geschehen kann, wenn der Pfeilerverhieb dem Ortsbetrieb bald nachfolgt; bei steilerem Fallen ist dadurch nicht mehr Zimmerung erforderlich, weil alsdann die Schwebe doch verzimmert werden muss. Das Zubruchewerfen des abgebauten Theils erfolgt durch Wegnehmen (Rauben) der unterstützenden Zimmerung, bei streichendem Verhieb so, dass der Arbeitsstoss immer noch offen bleibt, bei schwebendem nach vollständiger Ausgewinnung des Abschnitts; dieses Zubruchewerfen ist nothwendig um den Pfeiler vom Gebirgsdruck zu befreien.

Bei grosser Mächtigkeit des Flötzes, wo nur in einem Theile derselben Oerter aufgefahren sind, und wenn gar keine oder nur sehr schwache Berg-

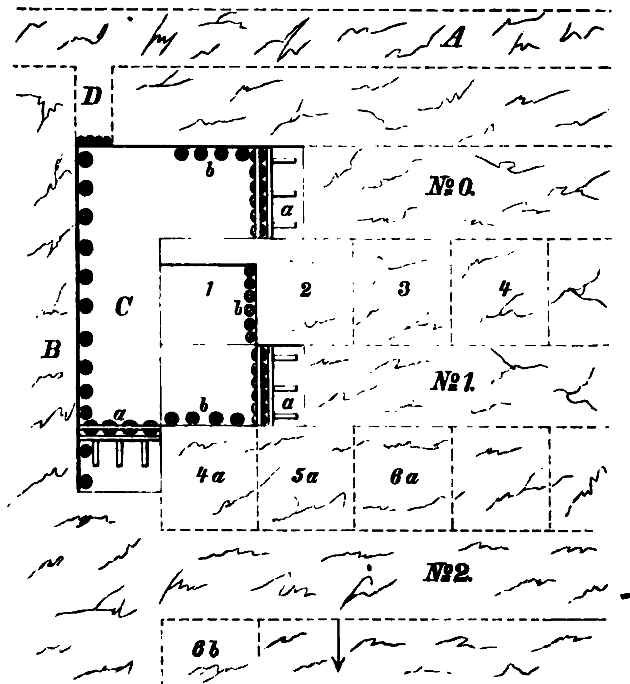
---

[80]) Meitzen: Der Abbau der mächtigen Steinkohlenflötze in Oberschlesien und in Polen in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 5. B. S. 116.

[81]) Max Nöggerath a. a. O. in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 3. B. S. 175.

mittel vorhanden sind, tritt bankweiser Abbau ein, wofür bei schwachem Fallen der schwebende Verhieb sehr geeignet ist. Am complicirtesten wird die Sache bei steilstehenden, mächtigen Flötzen, welche nur streichenden Verhieb zulassen, weil neben dem bankweisen Abbau nun auch das Absetzen von Stössen erforderlich wird. Für die erstere Methode liefert der Abbau der mächtigen Flötze in Oberschlesien ein lehrreiches Beispiel.[82]) Die Flötze haben eine Mächtigkeit von höchstens ($4^1/_2$ Lachter), 9,416 Meter, bis (1 Lachter) 2 Meter herunter, sie sind ganz rein, nur eins von (3 Lachter) 6,277 Meter Mächtigkeit auf Lythandragrube wird durch ein (4 bis 15 Zoll) 104 bis 392 Millimeter starkes Bergmittel in zwei fast gleiche Bänke getheilt, das Flötz zu Dombrowa in Polen ist (5 Lachter) 10,462 Meter mächtig. Der Abbau erfolgt stets in schwebenden Abschnitten, die Vorrichtungsörter werden meist mit Anbauen von (1 bis $1^1/_2$ Lachter) 2,092 bis 3,139 Meter starkem Firstenkohl aufgefahren, so dass dieselben auch ungefähr ($1^1/_2$ Lachter) 3,139 Meter hoch werden, sie erhalten fast überall eine Breite von ($2^1/_4$ Lachter) 4,708 Meter, nur auf der Königin Luise Grube bei Zabrze

Fig. 175.



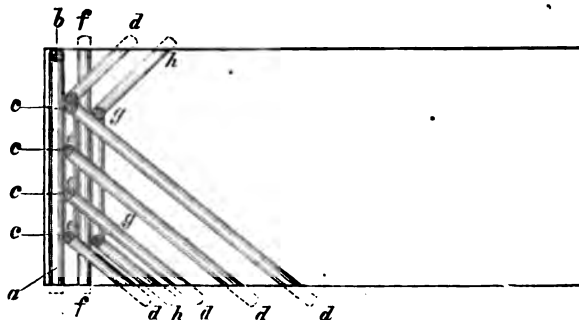

(60 bis 70 Zoll) 1,569 bis 1,831 Meter mit bogenförmiger Firste; die Pfeiler werden (3 Lachter) 6,277 Meter, auf Königin Luise Grube ($4^3/_4$ Lachter) 9,939 Meter breit; die Pfeilerabschnitte erhalten gewöhnlich, wie die Oerter,

[82]) Meitzen a. a. O. in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 5. B. S. 114.

($2^1/_4$ Lachter) 4,708 Meter, in Dombrowa sind die Oerter ($1^1/_2$ Lachter) 3,139 Meter, die Pfeiler und die Abschnitte (3 Lachter) 6,277 Meter breit. Auch bei der Gewinnung der Pfeiler wird bei druckhaftem oder gar lockerem Dach (6 bis 10 Zoll) 157 bis 262 Millimeter Firstenkohle angebaut. Eine Grundbedingung dieser Baumethode ist die Anwendung guter Zimmerung und die Sicherung gegen das Hereinrollen des alten Manns durch Anordnung der sogenannten Orgelstempel und der Versatzungen in den Oertern.

Figur 175 giebt ein Bild von dem Abbau: es bezeichnet darin a Versatzungen, b Orgeln zwischen der gewöhnlichen Zimmerung, A oberes Ort, aus welchem später die Pfeiler darüber und darunter gewonnen werden, B Pfeiler gegen den nächsten Bremsberg, C Gränzstrecke gegen diesen Pfeiler, D schmaler Durchhieb aus C in das obere Ort. Das Abbaufeld wird durch Gränzstrecken von Ortsbreite abgegränzt und durch die Oerter No. 0, 1, 2 u. s. w. in Pfeiler getheilt; demnächst wird der Abbau der Pfeilerabschnitte vorgenommen und der des Abschnitts 1 mit dem Zubruchewerfen der Oerter No. 0 und 1 verbunden. Zu diesem Zwecke haut man in der Gränzstrecke C in der Länge, welche die beiden Oerter No. 0 und 1 und der Pfeilerabschnitt 1 ausmachen, ebenso die Oerter No. 0 und 1, etwas länger, als der Pfeilerabschnitt breit ist, an der Firste bis zum Hangenden durch; dabei wendet man Zimmerung nach Bedürfniss an, entweder Stempel allein, oder mit Kappen, Unterzügen oder auch mit Pfählen. Die Orgeln b, welche vor den Stössen der Pfeilerabschnitte aufgestellt werdeu, sind Stempel, selten mit Kappen; sie werden (5 bis 6 Zoll) 131 bis 157 Millimeter vom Stosse entfernt aufgestellt, etwa (12 bis 15 Zoll) 314 bis 392 Millimeter von einander, sie sind (9 bis 10 Zoll) 235 bis 262 Millimeter starke Hölzer; als etwaige Unterzüge benutzt man

Fig. 176.




(4 bis 5 Zoll) 105 bis 131 Millimeter starke Rundhölzer von Nadelholz, welches auch zu den Stempeln dient. Die Versatzungen a hindern das Hereinrollen des Bruches in die Strecken, dieselben bestehen in der stärksten Gestalt Fig. 176 aus zwei Reihen starker Stempel a unter einer gemeinschaftlichen Kappe b und sind in die Sohle eingebühnt, ungefähr

(6 Zoll) 157 Millimeter von einander entfernt mit Ausnahme an den Streckenstössen, wo Raum zum Durchschlüpfen bleiben muss; vor diesen Stempeln kommen 2 bis 4 Strebekappen c, welche in die Stösse eingebühnt, durch die Streben d abgesteift und durch die Versatzungsbolzen e gegen einander abgestützt werden; vor den Strebekappen werden zwei in das Hangende und Liegende eingebühnte Vorstempel f von (10 bis 11 Zoll) 262 bis 288 Millimeter Stärke gestellt: zuweilen werden noch Verstärkungen durch die Strebekappen g und die Streben h angebracht. Bei geringerem Druck kann man Vereinfachungen eintreten lassen. Diese Versatzungen werden nach und nach während des Betriebes aufgebaut und geschlossen, sobald das Rauben des Holzes in den Pfeilerabschnitten vor sich gehen soll.

Der Verhieb des Abschnittes erfolgt entweder firsten- oder strossenweise oder selten in beiden Methoden: die häufigste ist die strossenartige Gewinnung, weil sie leichter für die Arbeiter und für die Erhaltung der Stückkohlen vortheilhafter ist. Beim firstenweisen Verhieb kann man die letzte Kohlenwand oft nicht mehr und höchstens nur noch beim Rauben einen Theil davon gewinnen, während beim strossenweisen Verhieb dies möglich ist, weil sich die Orgelstempel gut absteifen lassen, doch gehen auch hierbei bei stärkerem Fallen oft Schweben verloren. Das hin und wieder vorkommende Stehenlassen von (60 bis 80 Zoll) 1,569 bis 2,092 Meter starken Beinen zwischen den Abschnitten ist nicht zu empfehlen, weil man den Vortheil der freien Seite verliert, an beiden Seiten des Abschnittes Orgelstempel gebraucht und doch die Beine oft nicht vollständig gewinnen kann. Beim firstenartigen Bau arbeitet der Mann auf der Fahrt oder auf Bühnen stehend, also sehr unbequem und hat Kohlenmassen über sich, bei strossenartigem steht er auf der Kohle und kann fortdauernd das Dach übersehen und beurtheilen, so dass die Vortheile des strossenartigen Baues in die Augen springen; entscheidend für die Wahl des einen oder anderen Baues ist die Lage des Schrams.

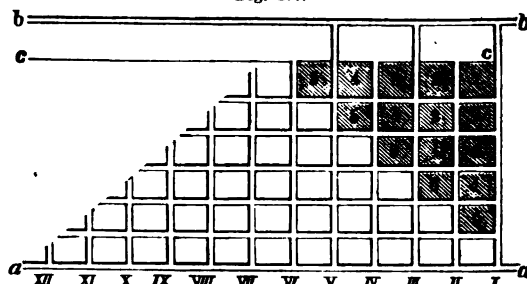
Es ist eine häufige Erscheinung, dass das Hangende über den ausgewonnenen Abschnitt nicht sogleich nach dem Rauben des Holzes zu Bruche geht, sondern erst wenn grössere Flächen entblösst sind, wobei sich sehr häufig ein starker Luftdruck, der sich bis in die Schächte fortpflanzt, entwickelt. Deshalb muss über Tage die über solchen nicht gebrochenen Pfeilerabschnitten liegende Oberfläche eingezäunt und bewacht werden, um Unglücksfälle zu vermeiden. Da sich die Brüche bis zur Oberfläche fortpflanzen, so müssen dieselben später eingeebnet werden, weshalb man vor der Inangriffnahme eines Baufeldes die darauf liegende Ackerkrume conservirt, um sie nach dem Einebnen der Brüche wieder einzubringen.

Uebrigens findet man in Oberschlesien auch streichende Ausgewinnung der Pfeiler z. B. bankweise in dem ($1\frac{1}{2}$ Lachter) 3,139 Meter mächtigen Heintzmannflötze der Königsgrube, welches Schlechten nahezu in der Fall-

linie besitzt; man bringt hier vor dem Werfen des Bruchs, der (3 bis 4 Lachter) 6,277 bis 8,369 Meter erhält, Ortsversatzungen an, die aber hier nur aus Stempeln, ähnlich den Orgeln, bestehen.

Auf westfälischen Steinkohlengruben sind verschiedene Modificationen des streichenden Pfeilerabbaues eingeführt. Auf der Grube Prosper bei Essen[83]) fallen die Flötze 15 bis 40 Grad. Zu ihrer Vorrichtung werden von der Grundstrecke aa (Fig. 177) aus in Entfernungen von 25 zu

Fig. 177.




25 Meter doppelttrümmige Bremsberge in der Flötzmächtigkeit im Flötzfallen bis zur unteren Gränze des unter der oberen Sohlen- (Wetter-) strecke bb anstehend bleibenden Sicherheitspfeilers aufgefahren. Sobald der erste Bremsberg I eine Höhe von 12,554 Meter erreicht hat, wird die erste Abbaustrecke, parallel der Sohlenstrecke angesetzt und aufgefahren und der Bremsberg fortgesetzt. Zu gleicher Zeit beginnt man von der Sohlenstrecke in 25 Meter Entfernung aus den Bremsberg II. Wenn dieser mit der ersten Abbaustrecke durchschlägig wird, hat der Bremsberg I eine solche Höhe erreicht, dass die zweite Abbaustrecke angesetzt werden kann, mit welcher gleichzeitig Bremberg III begonnen wird. Auf diese Weise sind ebensoviel Bremsberge im Aufhiebe begriffen, als Abbaustrecken betrieben werden. Die Bremsberge werden bis zur Gränze des Sicherheitspfeilers geführt und nur einer um den andern, also alle 50 Meter, wird durch den Sicherheitspfeiler getrieben, um die Circulation der Wetter zu bewirken. Sobald der Bremsberg II die obere Baugränze cc erreicht hat, beginnt der Abbau, indem der oberste Pfeiler 1 ausgewonnen wird, was je nach der Lage der Schlechten streichend oder schwebend geschieht. Wenn Bremsberg III die Baugränze erreicht, ist der Pfeiler 1 verhauen, und es beginnt der Aushieb der Pfeiler 2 zwischen Bremsberg I und II und Bremsberg II und III u. s. f. Zum Herabbremsen der gewonnenen Kohlen dienen kleine Förderwagen, welche in der Grundstrecke in grössere entleert werden; beim Aufhiebe der Bremsberge werden die Bremshaspel mit dem Ansetzen jeder Abbaustrecke hinaufgerückt und mit dem Angriff

[83]) Zeitschr. f. B.-, u. S.-Wesen Bd. 17. B. S. 59. — Glückauf. Essen 1871. No. 38.

jedes Pfeilers wieder hinabgesetzt. Ueber der Sohlenstrecke lässt man die Pfeiler anstehen, bis diese selbst abgeworfen werden kann. Diese Abbaumethode gewährt den Vortheil, dass man in sehr kurzer Zeit möglichst viele Angriffspunkte bereit hat; ferner beginnt der Abbau der Pfeiler zu einer Zeit, wo der Druck noch nicht rege geworden ist, so dass stückreichere Kohlen gewonnen werden; endlich ist der Abbau kein kostspieliger, da weder in den Bremsbergen, noch in den Strecken Nebengestein nachgerissen wird, die Förderlängen sehr kurz sind, also geringe Schlepperlöhne erfordern, und die Strecken wegen ihres kurzen Bestehens in ihrer Zimmerung keiner Reparatur bedürfen, ja sogar grösstentheils die Wiedergewinnung des Holzes gestatten; dagegen verbindet die Methode den Nachtheil, dass der Sicherheitspfeiler gegen die Wetterstrecke als verloren anzusehen ist.

Dieselbe Bauweise wendet man auf den nur 6 Grad fallenden Flötzen der Grube Victoria Mathias bei Essen[84]) an, mit dem Unterschiede, dass man die Bremsberge in Entfernungen von nur 12,554 Meter ansetzt.

Auf einem 65 Grad geneigten, 470 Millimeter mächtigen, am Hangenden einige Centimeter Nachfall führenden Flötze der Steinkohlengrube ver. Henriette bei Barop[85]), dessen Nebengestein aus festem, sandigem Schieferthon besteht, werden in je 25 Meter Entfernung 3,139 Meter breite Ueberhauen firstenbauartig aufgefahren, welche durch Stempelreihen in drei gleich breite Abtheilungen getheilt werden, von denen die mittlere zum Fahren, die beiden äusseren zur Förderung dienen. Der 25 Meter breite Pfeiler zwischen je zwei Ueberhauen wird in seiner ganzen Höhe von 58,587 Meter durch 3,139 Meter breite Oerter in ca. 9,416 Meter hohe Pfeiler getheilt, welche von Oben nach Unten derart verhauen werden, dass die eine Hälfte nach dem einen, die andere nach dem anderen Ueberhauen genommen wird, der Nachfall wird in den Abbaustrecken versetzt und so eine möglichst reine Gewinnung der Kohlen bewirkt.

In Bezug auf die Auskohlung der Pfeiler ist hervorzuheben, dass man das 8,370 Meter mächtige Fannyflötz auf der Fannygrube bei Kattowitz in Oberschlesien[86]) in zwei Etagen zu gewinnen suchte, von denen die untere 5,231 Meter, die obere 3,139 Meter hoch war. Gegen den gewöhnlichen Verhieb der Kohle in der ganzen Flötzmächtigkeit hat sich zwar ein güntiges Resultat bezüglich der Hauerleistung und des Holzverbrauchs, sowie eine geringere Gefährlichkeit für die Arbeit ergeben, dagegen musste in der unteren Etage an deren Firste Kohle anstehen bleiben, welche alsbald so stark Brandgase entwickelte, dass man die sonst zweckmässige Baumethode wieder aufgeben musste.

---

84) Ebenda S. 60; auch Glückauf a. a. O.
85) Ebenda.
86) Zeitschr. a. a. O. S. 62.

Auf den Gruben von Firminy (Loire)[87]) wird auf einem 6 bis 7 Meter mächtigen Flötze ein streichender Pfeilerbau in Etagen geführt. Das Kohl selbst ist durch Schlechten durchschnitten und wenig fest, das Dach sehr gebräch; das Flötz fällt mit etwa 30 Grad ein. Auf dem Schacht St. Thomas theilt man die Bauhöhe von 300 Meter durch Mittelsohlen in drei Theile von je 100 Meter Höhe. Von der unteren Sohle bis zur nächst höheren werden auf dem Liegenden des Flötzes in diesem selbst Aufhauen getrieben, von welchen aus in der Höhe von ca. 2 Meter die Abbauörter nach beiden Seiten bis auf 100 Meter Länge vorgetrieben werden, wobei man über der unteren Sohlentrecke einen Sicherheitspfeiler von 15 Meter Höhe und unter der oberen einen solchen von 10 Meter, ebenso zu beiden Seiten des zum Bremsberg eingerichteten Ueberhauens einen von 12 Meter anstehen lässt, so dass das Feld ganz isolirt ist und im Falle eines ausbrechenden Brandes, wozu das Flötz sehr geneigt ist, sofort abgeschlossen werden kann. Die zwischen den Abbaustrecken bleibenden Pfeiler erhalten eine Höhe von 12 Meter und werden von hinten her in der Mächtigkeit von 12 Meter ausgewonnen und zwar von Unten nach Oben, also sobald die erste Abbaustrecke die Baugränze erreicht hat, wobei der ausgehauene Raum gleichzeitig mit der Abbaustrecke mit Bergen versetzt wird, welche besonders zugefördert werden; alle 2 bis 3 Meter in der Fallrichtung vermauert man die Berge ordnungsmässig, um die darüber liegende Kohle sicher zu schützen. Während der erste Pfeiler gewonnen wird, hat die nächst obere Abbaustrecke die Baugränze erreicht, so dass nunmehr der zweite Pfeiler abgebaut werden kann u. s. f. Zur Gewinnung der zweiten Etage durchbricht man in den Theilen der Abbaustrecken, welche zunächst dem Bremsberge sich befinden und nicht mit Bergen ausgefüllt sind, das Dach und treibt neue Abbaustrecken in ca. 2 Meter Höhe, so dass in dieser Etage ebenfalls Pfeiler von 12 Meter Höhe gebildet werden, welche man in ganz gleicher Weise, wie in der ersten Etage abbaut. Nach Ausgewinnung der zweiten Etage wird die obere in ganz eben solcher Weise gewonnen. Für die beiden oberen Etagen geben die Berge der unteren den Arbeitern einen sicheren Fuss; damit sich aber die Kohle durch Druck nicht zu fest auf die Berge setze, ist es gut, wenn man den Bau der unteren Etage dem der oberen sehr bald folgen lässt und nicht abwartet, bis eine Etage vollständig gewonnen ist.

Für (7 bis 10 Klafter) $13^1/_4$ bis 19 Meter mächtige, 6 bis 10 Grad geneigte Steinkohlenflötze, welche durch mehre hinreichend starke und taube Zwischenmittel in mehre Bänke getheilt sind, schlägt Rittler[88]) vor, zunächst die obere Schicht des Flötzes durch Pfeilerabbau zu gewinnen, das Hangende zu Bruche gehen

[87]) Chanselle a. a. O. in Bulletin de la société de l'industrie minérale. Paris, t. 14. p. 19.

[88]) Ferd. Rittler: Anleitung mächtige Kohlenflötze abzubauen. Brünn, 1857. S. 87.

zu lassen und nach mehrjähriger Ruhe die unteren Abtheilungen in gleicher Weise in Pfeilerabbau zu nehmen; es würde dies ein Verfahren sein, wie es bei ganz getrennten, nahe aneinander liegenden Flötzen anzuwenden ist. Es wird vorausgesetzt, dass die obere Abtheilung nicht über (2 bis $2^1/_2$ Klafter) 3,792 bis 4,79 Meter mächtig ist, bei grösserer Mächtigkeit müsste ein Theil der Kohle angebaut werden und wäre verloren zu geben, weil sonst die Zimmerung zu kostspielig und zu schwierig zu handhaben wäre. Wie viele Etagen bei einem solchen Abbau zu wählen sind, hängt von der Zahl, Mächtigkeit und Beschaffenheit der durchsetzenden Zwischenmittel ab, von denen nur diejenigen, welche nach ihrer Beschaffenheit und ihrer Mächtigkeit geeignet sind, die über ihnen lagernden Bruchmassen sicher abzuhalten, als Etagensohle zu wählen sind.

Das bei Kladno in Böhmen auftretende 6 bis 12 Meter mächtige, 8 bis 36 Grad fallende Steinkohlenflötz ist durch fünf bis sechs 26 bis 209 Millimeter starke Schieferthonstreifen zertheilt und bietet beim Abbau grosse Schwierigkeiten[89]). Die Ausrichtung erfolgt vom Schachte aus durch eine streichende Strecke, welcher 12 bis 16 Meter tiefer eine Sumpfstrecke nachgeführt wird; beide Strecken werden am Liegenden, meistens aber in der Mitte des Flötzes aufgefahren, so dass sowohl in der Firste, wie in der Sohle Kohle angebaut wird. Von der Grundstrecke werden zur Untersuchung schwebende Aufhiebe bis zur oberen Baugränze getrieben und von diesen aus Mittelstrecken im Streichen aufgefahren, um sodann den Abbau von Oben und Hinten zu beginnen. Von den schwebenden Aufhieben werden einige zu Bremsbergen, in neuerer Zeit meistens eintrümigen, hergerichtet, wobei man darauf Bedacht nimmt, bei etwa entstehendem Grubenbrand das übrige Baufeld leicht abschliessen zu können. Von der Vorrichtung durch Diagonalen ist man ganz abgegangen. Je nachdem man das Flötz in seiner ganzen Mächtigkeit oder in zwei Etagen abbaut, werden die Bremsberge am Liegenden oder in der Flötzmitte, in einer der Schieferthoneinlagen getrieben. Von den Bremsbergen aus fährt man 1,25 Meter breite, 2 Meter hohe Abbaustrecken auf und bildet dadurch Abbaupfeiler, deren Höhe zwischen 8 und 21 Meter schwankt. Der Abbau beginnt mit dem obersten Pfeiler durch Auffahren eines schwebenden Aufhiebes an der Baugränze. Zur Unterstützung der in der Firste desselben anstehenden — je nach dem Abbau der ganzen Mächtigkeit oder in zwei Etagen verschieden starken — Kohlenbank wird eine Reihe (Orgel) 470 bis 942 Millimeter von einander entfernter, 2 Meter hoher Stempel aufgestellt, welche mittelst Anpfahl an die Firste angetrieben werden. Nach Aufstellung der ersten Orgel wird der von der Baugränze abgekehrte Stoss des schwebenden Aufhiebes auf der Sohle ca. 1 Meter tief unterschrämt, worauf in schwebender Richtung zuerst die Oberbank, dann die Unterbank hereingekeilt wird. Darauf folgt die Aufstellung einer zweiten Orgel, die

[89]) Der Abbau des mächtigen Kohlenflötzes zu Kladno in österr. Zeitschr. für B.- u. H.-Wesen. Wien 1872. S. 113. — Der Berggeist. Köln 1872. S. 221.

Ausgewinnung eines ferneren ca. 1 Meter breiten Pfeilerabschnittes und die Aufstellung einer dritten Orgel. Demnächst wird die erste Orgel geraubt, um die Firstenkohle zu Bruche zu werfen, was nach einigen Stunden, oft erst nach mehren Tagen erfolgt. Häufig bricht mit der Kohle das Hangende alsbald mit; in der Regel tritt dies aber erst nach mehreren Tagen ein, so dass Zeit zum Wegfördern der hereingebrochenen Kohlen bleibt. Ist der obere Pfeiler ca. 21 Meter weit ausgewonnen, so wird der nächst untere in gleicher Weise in Angriff genommen; ist der Bau im ersten 42 Meter, im zweiten 21 Meter weit vorgerückt, so beginnt der Bau im dritten Pfeiler u. s. f. Von dem langsameren oder schnelleren Hereinbrechen des Hangenden, so wie von dessen grösserer oder geringerer Masse hängt die vollständige oder unvollständige Gewinnung der hereingebrochenen Kohle ab; je geringer die Kohlenmassen sind, je kürzere Zeit also ihre Hereinschaffung erfordert, desto vollständiger können sie weggefördert werden, desto geringer ist der unvermeidliche Kohlenverlust. Hierin liegt der Vortheil des Baues in zwei Etagen, wobei zuerst die Oberbank und nach vollkommenem Setzen des entstandenen Bruches d. h. nach 3 bis 4 Jahren die Unterbank gewonnen wird, man es also niemals mit grossen Massen von Firstenkohle zu thun hat; es ist aber andrerseits diese Baumethode durch theure Gewinnung, geringeren Stückkohlenfall, kostspieligere Zimmerung der Strecken in der unteren Etage, schwierige Abdämmung des etwa in der oberen abgebauten Etage ausgebrochenen Grubenbrandes von um so zweifelhafterem Werth, als der Kohlenverlust dennoch nicht gänzlich beseitigt wird. Ausserdem besitzt die Kohle aus der Unterbank schlechtere Qualität und ist vortheilhaft nur durch Vermischung mit den Kohlen aus der Mittel- und Oberbank zu verwerthen. Man ist deshalb der Ansicht, die Gewinnung in der ganzen Flötzmächtigkeit am besten vorzunehmen und glaubt gut zu thun, wenn man die Pfeilerhöhe auf 6 oder sogar 4 Meter beschränkt, um die hereinbrechende Firstenkohle auf das geringste Quantum zu ermässigen, damit sie schnell vor dem Zubruchegehen des Daches hereingeschafft werden könne. Auch werden möglichst kurze Pfeiler vorgeschlagen, um sie möglichst schnell abzubauen und vor Zerdrückung zu bewahren. Andere Vorschläge gingen dahin, eine untere Etage abzubauen und mit Bergen auszusetzen und demnächst die obere Etage auszugewinnen: hiergegen wird aber die Kostspieligkeit des Versatzes angeführt, weil die Berge erst über Tage gewonnen und in die Grube geschafft werden müssten. Dennoch wird man sich bemühen müssen, eine rationellere Baumethode aufzufinden, da nicht nur der beträchtliche Kohlenverlust für die Besitzer schädlich ist, sondern auch die Brandgefahr in den verbrochenen Pfeilern sehr schädlich wirkt, auch das Leben der Arbeiter bei dem Gewinnen der Kohlen aus den Brüchen sehr gefährdet ist. Wahrscheinlich wird es dem jetzt an die Spitze der Prager Eisenindustrie-Gesellschaft tretenden bewährten Techniker, welcher ein Theil der Gruben bei Kladno gehört, gelingen, eine rationellere Baumethode durchzuführen.

Bei den Dispositionen für den Abbau mehrer über einander liegender Flötze, so wie zum Schutze der Oberfläche hat man die Neigung des Brechens der Gebirgsschichten in Berücksichtigung zu ziehen. In Belgien, besonders in den Revieren von Mons, ist allgemein die Ansicht unter den Bergtechnikern verbreitet, dass der Bruch der Schichten in einer Ebene, welche normal zu der Neigung der abgebauten Flötze liegt, stattfinde, so dass man dort jede Beschädigung der Erdoberfläche nach diesem Grundsatz beurtheilt und solche immer dem Grubenbetrieb zuschreibt, wenn sie innerhalb der nach dieser Theorie construirten Fläche fällt, ohne Prüfung, ob andere Ursachen vorhanden sein können. Dass das letztere aber sehr wohl der Fall sein, dass namentlich der indirecte Einfluss des Grubenbetriebes, durch Abtrocknung der über dem Steinkohlengebirge liegenden Gebirgsschichten auf ein Zerreissen der oberen Erdoberfläche zu wirken, statthaben kann, beweisen die eingehenden Untersuchungen der Tagebrüche und in den Häusern entstandenen Risse in der Stadt Essen a. d. Ruhr[90]) und in den Vorstädten von Lüttich[91]). Im Allgemeinen wird man gut thun, sich bei dieser Frage nicht einer vorgefassten Theorie hinzugeben, sondern die Erfahrung zu befragen, da es wesentlich von der Mächtigkeit der abgebauten Lagerstätten, von der Mächtigkeit der Zwischenmittel zwischen zwei Lagerstätten oder des bis zur Oberfläche reichenden Deckgebirges, von der Beschaffenheit und der Neigung der Zwischenmittel und des Deckgebirges, von der Zerklüftung desselben und der Möglichkeit, dem Wasser Zutritt zu den gebrochenen Massen zu gestatten, auch von der chemischen Beschaffenheit der Massen und deren Angreifbarkeit durch die zugeführten Wasser abhängt, ob nach erfolgter Ausgewinnung der Lagerstätte ein allmäliges Senken der Gebirgsschichten oder ein sich nach Oben todtlaufender Bruch oder ein sich plötzlich oder erst durch spätere Einwirkungen bis zur Oberfläche fortsetzender Bruch, und in welcher Flächenausdehnung, sich einstellt. Diesen Erwägungen giebt man auch selbst da Raum, wo die belgische — namentlich von dem Bergingenieur Gonot vertretene Ansicht — theoretisch vertheidigt wird[92]). Der Winkel, welchen die begränzenden Ebenen der zu Bruche gehenden Massen mit dem Horizont machen, wird in Westfalen zwischen 75 und 55 Grad angenommen, im Mittel also zu 65 Grad, bei 45 Grad Fallwinkel der Flötze und mehr zu 65 und 75 Grad, bei geringerem Fallwinkel zu 55 bis 65 Grad. Steht eine Einwirkung solcher Brüche zu befürchten, so müssen die Abbaue in mehren Flötzen ähnlich zu einander stehen, wie die Oerter

---

[90]) v. Dechen: Gutachtungen über die Bodensenkungen in und bei der Stadt Essen. Als Manuscript gedruckt. Bonn 1869.

[91]) Dr. Drassdo: Ueber die in den Jahren 1856 und 1857 an einer längs des Quai de Fragnée zu Lüttich belegenen Reihe von Häusern vorgekommenen Beschädigungen in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 17. B. S. 93.

[92]) Heising: Ueber das Nachbrechen der Schichten des Steinkohlengebirges in: „Der Berggeist". Köln 1868. S. 355.

und Pfeiler eines und desselben Flötzes, sie müssen sich immer vom Hangenden zum Liegenden und von Oben nach Unten bewegen. Aus diesem Grunde ist es gut, zusammenliegende Flötze vom Hangenden her auszurichten; wenn das nicht zu ermöglichen ist, muss man den ins Hangende gehenden Querschlag beschleunigen[93]).

*bb.* Diagonaler und schwebender Pfeilerbau.

Der schwebende Pfeilerbau erscheint nur als ein besonderer Fall des diagonalen, wie auch die schwebende Strecke nur ein besonderer Fall der diagonalen ist. Die Pfeiler bilden sich hier durch eine Reihe von diagonalen Strecken, welche aus der tiefsten Grund- oder Sohlenstrecke angesetzt und bis zu einer oberen Sohlenstrecke oder einer Theilungsstrecke getrieben werden. Daher darf das Fallen des Flötzes ein gewisses Maass nicht übersteigen, wenn nicht die Nachtheile des diagonalen Baues eintreten sollen. Diese Baumethode ist überaus häufig und ausgebildet auf den Steinkohlengruben bei Saarbrücken[94]), wo er grundsätzlich für alle Flötze bis höchstens 20 Grad Neigung Anwendung findet; auch in Westfalen ist er eingeführt, obschon hier die raschen Veränderungen im Fallen, hervorgebracht durch die gerundete Form der Falten, ihm eine grosse Ausdehnung nicht gestatten; in Oberschlesien wurde er bei den mächtigen Flötzen früher als ganz unstatthaft bezeichnet[95]), aber auch neuere Versuche auf Königsgrube haben keine günstigeren Resultate geliefert. Auch in Süd-Wales findet sich die Anwendung des diagonalen Abbaues bei Flötzen von 2 bis $2\frac{1}{2}$ Grad Neigung, eben so des schwebenden in Shropshire, des diagonalen mit Stehenlassen der nur 1,35 Meter starken Pfeiler in Lancashire[96]). Häufig liegt bei der Wahl dieser Baumethode und der Stellung der Abbauörter eine Berücksichtigung der Schlechten zu Grunde, gegen welche die diagonalen Oerter rechtwinkelig oder möglichst rechtwinkelig gestellt werden; bei Saarbrücken entbehrt man indess solcher Schlechten fast ganz[97]).

Auf den Gruben bei Saarbrücken theilt man zu hohe Felder durch eine oder mehre söhlige Theilungsstrecken in Abtheilungen, welche aus einer Hauptdiagonale oder einem schwebenden Bremsberge angesetzt werden. Bei 10 bis 12 Grad Neigung des Flötzes fördert man mit Wagen und giebt den Strecken ein Ansteigen von $3\frac{1}{2}$ bis höchstens 4 Grad, muss das Ansteigen grösser gegeben werden bis 8 und 10 Grad, so fördert man

---

93) Alex. Schulz: Untersuchungen über die Dimensionen der Sicherheitspfeiler für den Saarbrücker Steinkohlenbergbau in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 15. B. S. 73. — v. Sparre: Ueber das Nachbrechen der Schichten des Steinkohlengebirges in „Glückauf". Essen 1867. No. 21.

94) Max Nöggerath a. a. O. in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 3. B. S. 165.

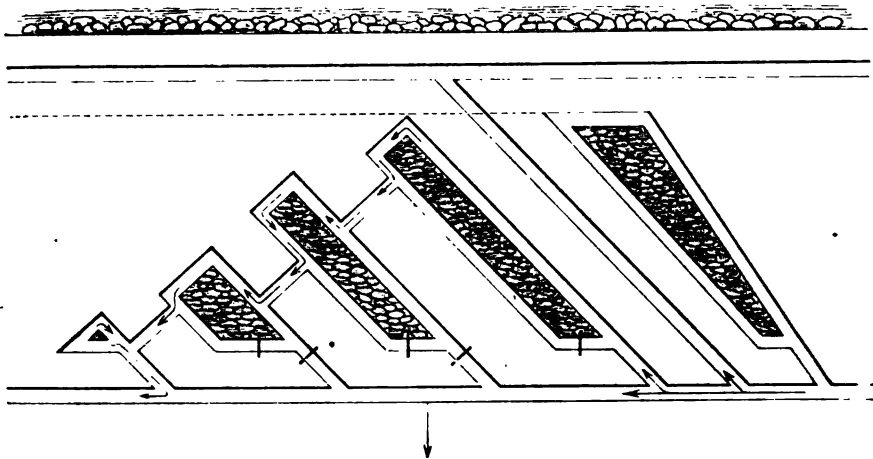
95) Meitzen a. a. O. in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 5. B. S. 114.

96) Ponson a. a. O. Thl. II, S. 534. 537. 538. 566. 568.

97) Max Nöggerath a. a. O. Bd. 3. B. S. 174.

mit Schlitten. Die Abbaustrecken erhalten, Fig. 178, anfänglich eine Breite von (60 Zoll) 1,569 Meter und werden unmittelbar in der Grundstrecke, beziehungsweise Theilungsstrecke angesetzt, in (4 Lachter) 8,369 Meter Entfernung von derselben aber breit gehauen; wenn Berge vorhanden sind,

Fig. 178.



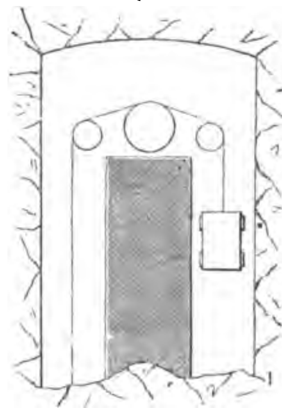
so werden sie im Niederstoss versetzt und gern so geordnet, dass ein Wetterkanal offen bleibt. Zur Wetterführung treibt man ausserdem durch die Pfeiler rechtwinkelig zu den Oertern Durchhiebe, welche in England wieder ortartig werden. Um das Schwächen des Grundstreckenpfeilers zu vermeiden, setzt man auch wohl nur jedes dritte oder vierte Ort direct aus der Grundstrecke an, die übrigen aber aus einem streichend über der Grundstrecke getriebenen Ort No. 2, welches zugleich als Wetterort für die Grundstrecke dient. Hinsichtlich der Ortsbreite, ebenso wie der Pfeilerstärke gilt das beim streichenden Abbau Gesagte, desgleichen für die Bauabtheilungen, die man hier gleichfalls gern isolirt, namentlich wenn Grubenbrand zu befürchten ist; deshalb treibt man auch die Oerter nicht bis in die obere Strecke, sondern conservirt darunter einen Pfeiler ähnlich wie über der Grundstrecke. Der Verhieb der Pfeiler ist auch hier entweder der Länge nach bei schmaleren Flötzen und gutem Dach oder in Querabschnitten bei stärkeren Flötzen und druckhaftem Dach.

Dass der schwebende Abbau nur eine Modification darstellt, ist an und für sich klar, er bietet gegen den streichenden folgende Vorzüge: Vermehrung der Gewinnungspunkte, also Concentrirung der Ausgewinnung, mit allen daran sich knüpfenden Vortheilen; Erleichterung in Nachführung der Förderbahn; von selbst eintretende günstige Stellung der Oerter zu einander, während man beim streichenden Abbau den Betrieb der Bremsberge u. s. w. forciren muss, um schnell das obere Ort ansetzen zu können. Dagegen bietet der schwebende Abbau folgende Nachtheile: wenn schlagende

Wetter vorhanden sind, ist der ansteigende Betrieb der Oerter gefährlich, während beim Rückbau der Pfeiler dieser Nachtheil fortfällt, obwohl auch für den Ortsbetrieb dieser Umstand wenig erheblich wird, wenn eine obere Strecke vorhanden ist, da sich alsdann die Wetter dorthin ziehen; auch das Auf- und Abwärtssteigen des Wetterstromes ist nachtheilig, wodurch ausserdem der Weg der Wetter wesentlich verlängert wird; ferner ist die Unmöglichkeit hervorzuheben, den schwebenden Abbau bei stärkerem oder veränderlichem Fallwinkel anzuwenden. Allen Fallwinkeln der Flötze und den Veränderungen desselben ist nur der streichende Bau anzupassen.

Der Abänderungen, welche der schwebende Pfeilerbau auf dem Beustflötze, so wie dem Karlflötze der Grube Gerhard bei Saarbrücken[98]) erfahren hat, ist bereits oben S. 354 gedacht. Der Vortheil derselben besteht darin, dass abweichend gegen früher nur $1/5$ bis $1/4$ durch Abbaustreckenbetrieb, der Rest durch Pfeilerrückbau gewonnen, also ein grösserer Stückkohlenfall erzielt wird, dass die Förderstrecken wegen der starken Pfeiler nicht in Druck kommen und weit weniger Unterhaltungskosten erfordern, und dass die Wetterführung eine viel bessere ist. Die oben bereits erwähnten und bei den neueren Baumethoden auf der Grube Gerhard vielfach angewendeten Bremsscheiben werden vor den 1,569 Meter breiten Wetterscheider gestellt, während das Seil durch Rollen in die beiden Förderstrecken geführt wird. Fig. 179.

Fig. 179.



*cc.* Abbaumethoden auf den Steinkohlenflötzen in England[99]).

Wo es angeht, findet sich, wie schon früher erwähnt, Strebbau (long wall oder long way works). Der Abbau (working) by posts and stalls, auch pillars and stalls ist ein diagonaler oder schwebender Pfeilerbau, oder auch ein Pfeilerbau mit Hauptdiagonalen und streichenden Strecken und findet sich in Süd-Wales[100]). Mit dem Namen long work wird die Methode des Pfeilerbaues bezeichnet, bei welcher man durch schwebende Betriebe Baufelder von 110 Meter Länge abtheilt und aus denselben beiderseits streichend nach der Mitte treibt und von hier aus die so gebildeten, 55 Meter langen Pfeiler streichend rückwärts baut[101]).

---

98) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 17. B. S. 61., so wie Bd. 18. B. S. 18. — Glückauf. Essen 1871. No. 38.

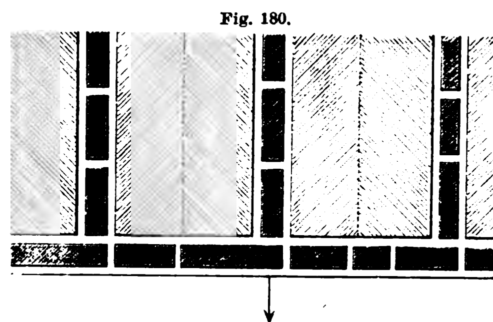
99) Serlo, v. Rohr u. Engelhardt a. a. O. in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 10. B. S. 26.

100) Ponson a. a. O. t. II. p. 534. 535.

101) Ponson ebenda pag. 537.

Auf den schwachen Flötzen in Shropshire führt man ausser dem eigentlichen Strebbau (long wall) noch einen Pfeilerbau mit breitem Blick (long work homewards). Man geht mit gepaarten Strecken, die einen schwachen Pfeiler zwischen sich lassen bis zur Baugränze streichend vor und baut die breiten Pfeiler rückwärts ab, indem man Bergeversatz oder wenigstens Mauern anbringt; reicht der Versatz nicht aus, so geht der Pfeiler zwischen den gepaarten Strecken verloren[102]). Aehnlich verfährt man, nur dass man die gepaarten Strecken schwebend führt, in Lancashire, Fig. 180, wo man den Pfeilern zwischen den Strecken eine Breite von (4 bis 6 Yards) 3,658 bis 5,486 Meter gibt.

Fig. 180.



Auf den Gruben bei Newcastle herrscht ein Pfeilerabbau (working by boards and pillars), der früher oft sehr unvollkommen ausgeführt wurde, mit grossem Verlust an Kohlenmassen und mit Gefahren durch schlagende Wetter[103]). Jetzt wird auf den besseren Gruben dieser Abbau als pannel work betrieben, der im Jahre 1809 zuerst von Buddle auf der Wallsend-Grube angewendet wurde, nachdem derselbe schon 1807 die Theilung des Wetterstroms eingeführt hatte. Die Flötze liegen fast söhlig, 3 bis 5 Grad Neigung ist das Maximum, sie haben sehr regelmässige Schlechten, die man bei der Gewinnung, vorzugsweise der harten Kohlen, entsprechend benutzt, während man bei weichen Kohlen sie zu Gunsten geradliniger Auffahrung unbeachtet lässt; die Mächtigkeit schwankt zwischen ($2\frac{1}{2}$ und 5 Fuss) 0,634 und 1,270 Meter und steigt selten bis zu (6 Fuss) 1,524 Meter; das Aufquillen des Liegenden ist eine häufige Erscheinung, welche die sogenannten creeps erzeugt. Gewöhnlich hat man zur Ausrichtung zwei nahe aneinanderliegende Schächte, von welchen aus Vorrichtungsstrecken im Streichen getrieben werden; von diesen aus werden die Abbaufelder durch Oerter (boards) in der Fall- und Streichrichtung durchfahren, so dass Pfeiler von quadratischer oder rechteckiger Gestalt entstehen. Das Pannel work ist nun weiter nichts, als eine regelmässige Aneinanderreihung einzelner Abbaufelder, die durch zwischengelassene

[102]) Ponson ebenda pag. 558.
[103]) Ponson ebenda pag. 575.

(zu Seite 389.)

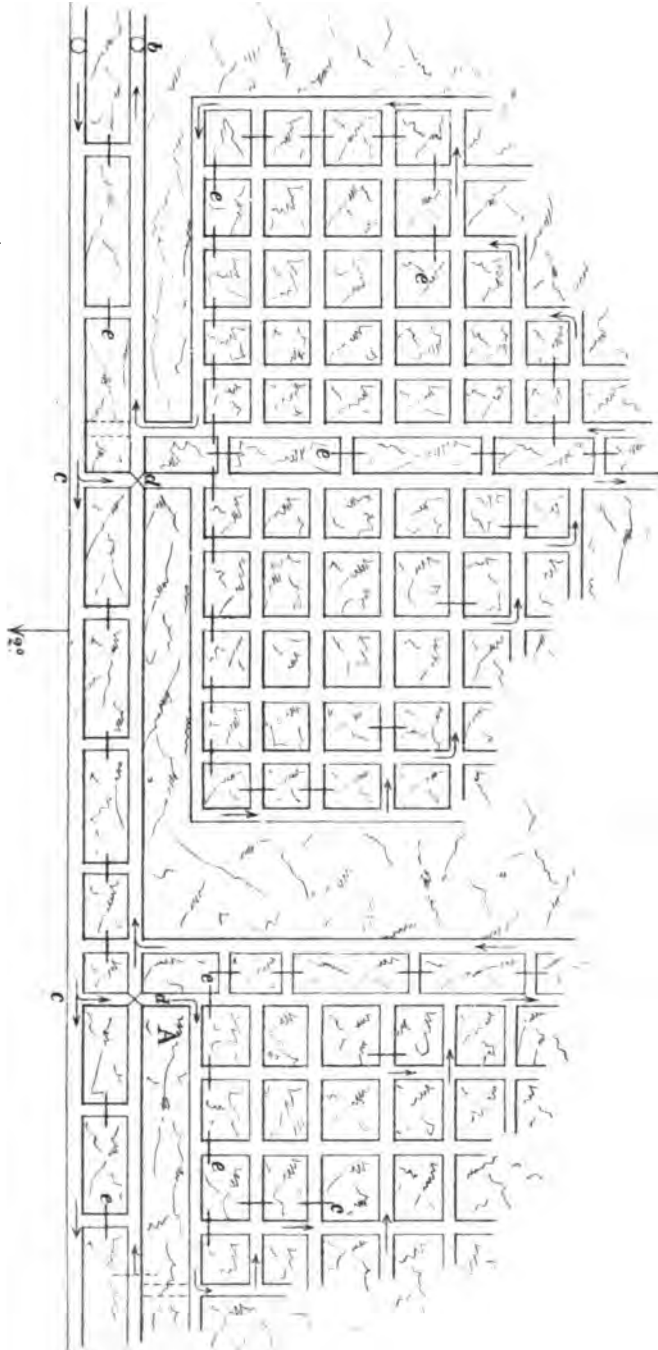



Fig. 181.

Lottner-Serlo Bergbau.

(zu Seite 389.)

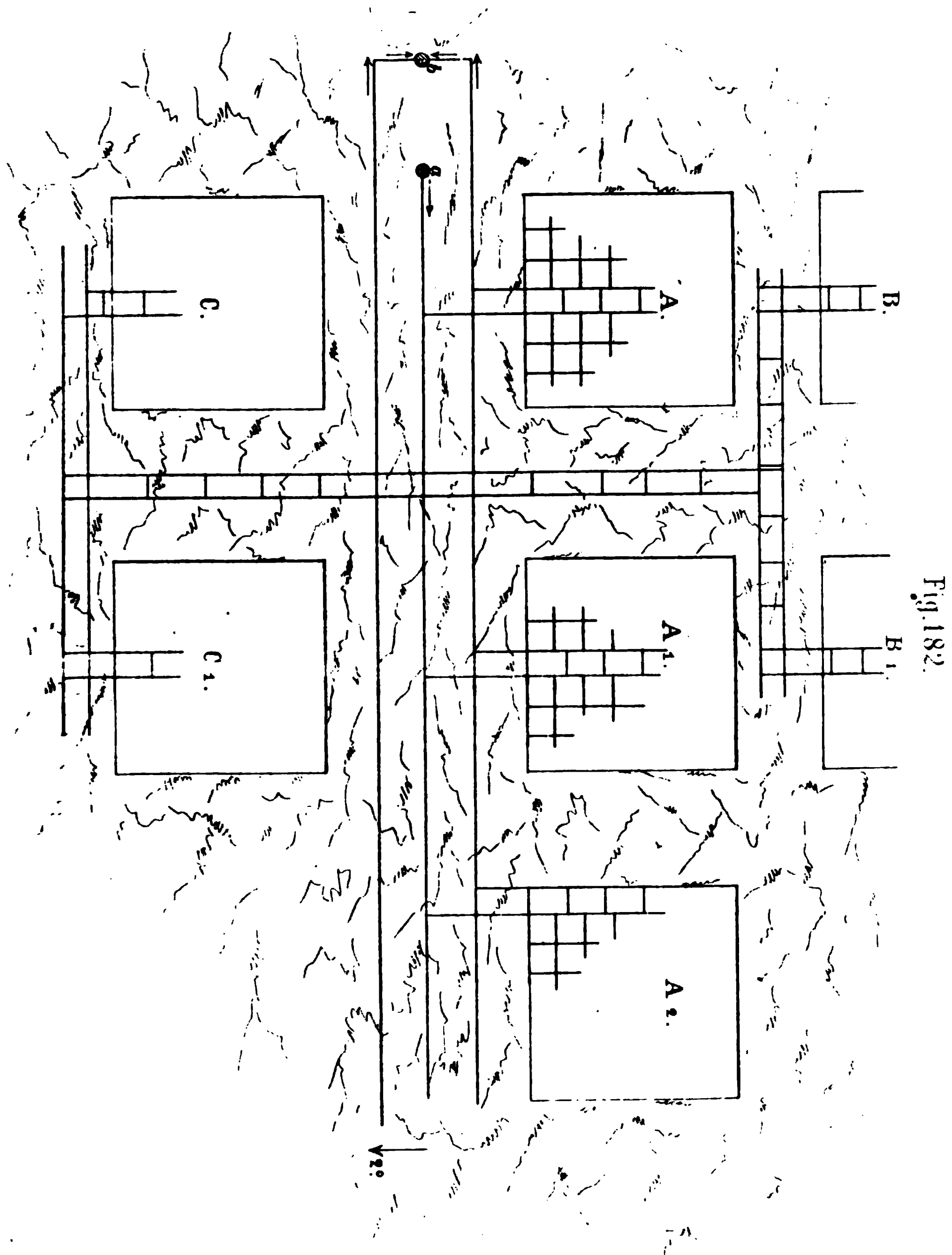



Fig. 182.

(zu Seite 389.)

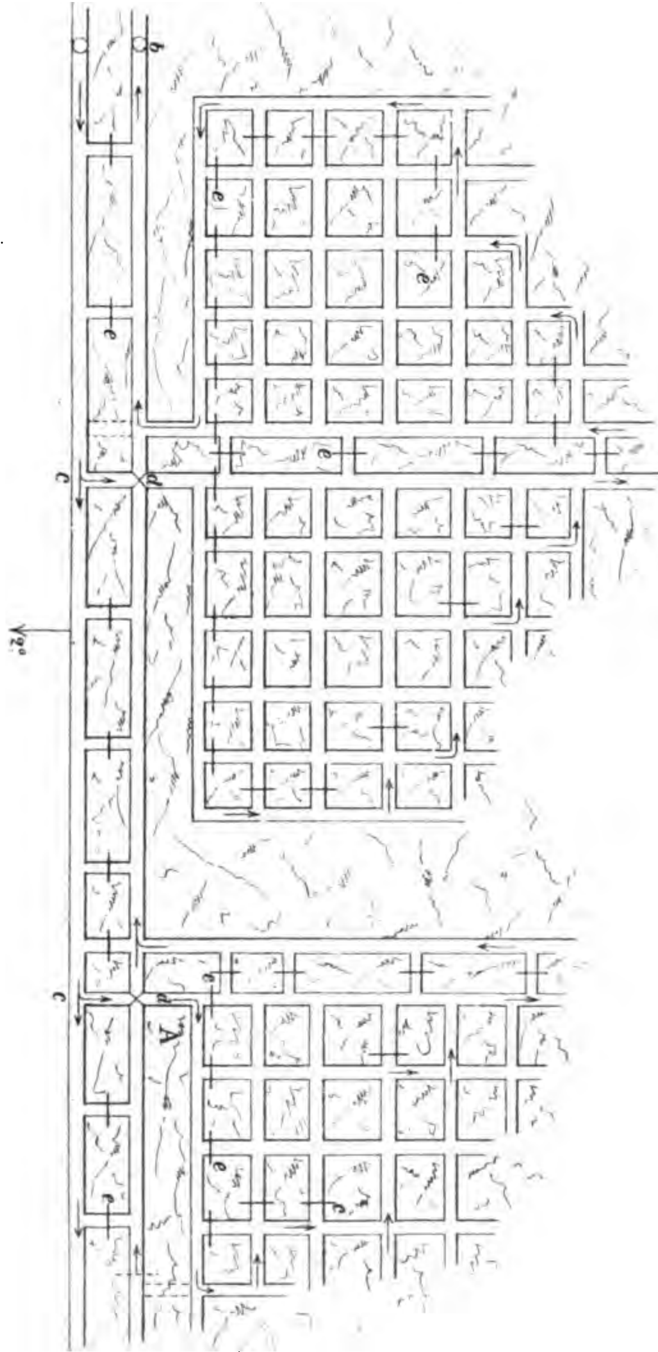



Fig. 181.

Lottner-Serlo Bergbau.

*(zu Seite 389.)*

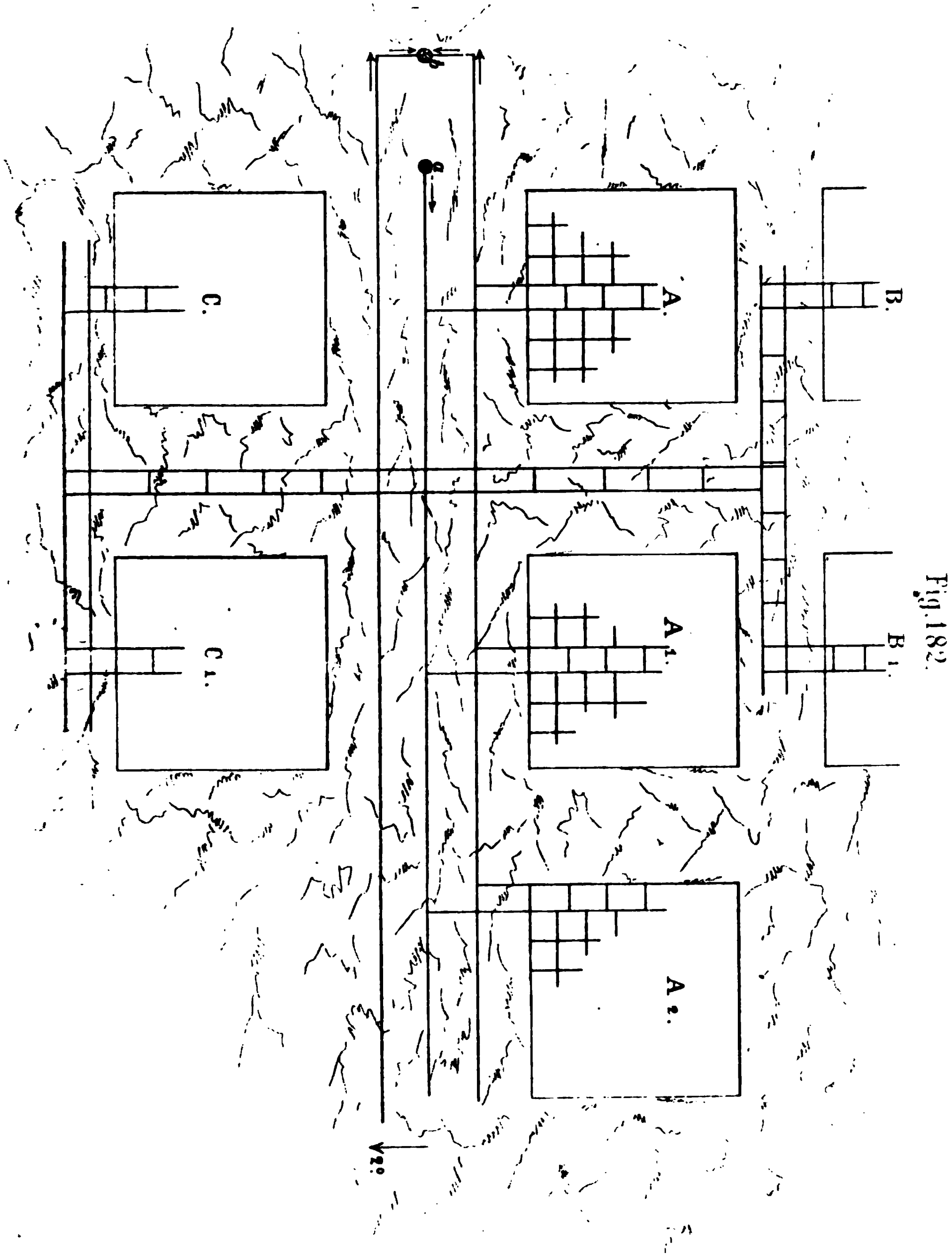



Fig. 182.

*Lottner. Serlo. Bergbau.*

Pfeiler isolirt werden. Oft werden diese Pfeiler noch gewonnen, wenn der übrige Abbau die Feldesgränzen erreicht hat, dann erhalten sie eine grössere Stärke wie gewöhnlich; werden sie ganz preisgegeben, so nimmt man sie nicht stärker, als zur Erfüllung des Zweckes, benachbarte Abbaufelder von einander zu isoliren, erforderlich ist. Auch sonst finden sich manche Verschiedenheiten, die namentlich dadurch bedingt sind, ob nach der Höhe, beziehungsweise Tiefe noch andere Pannels folgen oder deren nur im Streichen aneinander schliessen, ob der untere, beziehungsweise obere Pfeiler des Pannel für die Wetterführung und Förderung nur einmal oder öfter durchbrochen wird, ob die Pannels in Bezug auf Wetterführung und Förderung ein- oder zweiflügelig sind. Der einflügelige Bau ist der bessere, wenn sich viel schlagende Wetter finden, weil sonst der Wetterzug vor einem Theile der Baue in absteigender Richtung geführt werden muss, wenn man ihn nicht künstlich theilen will. Ueberhaupt entstehen hier ähnliche Fragen, wie bei ein- und zweiflügeligen Bremsbergen, und die früher erörterte Umrahmung des alten Mannes mit stehenbleibenden Pfeilern ist vollständig analog dem Pannel work, daher dasselbe weder an Steinkohlen, noch an die Art des Abbaues innerhalb des einen Pannel gebunden ist und einerseits ebenso gut bei Steinsalz wie andrerseits bei Strebbau oder theilweisem Verhieb des Abbaufeldes anwendbar ist.

Die Vorrichtung mit Oertern (boards) und die Bildung der Pfeiler erfolgt stets unter Verschluss der entbehrlichen Strecken mit Wetterthüren oder ähnlichen Vorrichtungen (brattices); eigenthümlich, aber bedingt durch die nahe Stellung des einziehenden und ausziehenden Wetterstromes in den beiden Schächten ist das Uebereinanderherführen der frischen und gebrauchten Wetter (crossing the air) mittelst sogenannter crosscourses im Gestein, ferner das Theilen der Wetter, so dass mindestens jedes Pannel einen gesonderten Theil des Wetterstroms erhält (compound ventilation, splitting the air). Die Wetterführung wird durch Fig. 181 dargestellt, worin a den einfallenden, b den ausziehenden Schacht, c die Theilung des Wetterstromes, d die Kreuzgänge im Gestein über den Strecken, e die Wetterverschlüsse bezeichnen; in Fig. 182 wird ein Bild eines vollständigen pannel work gegeben, worin A $A_1$ $A_2$ B $B_1$ C$C_1$ Pannels bezeichnen und die Strecken durch einfache Linien dargestellt sind; a ist der einziehende, b der ausziehende Schacht. Der Abbau kann, wenn das Fallen schwach ist, gleich an den zuerst vorgerichteten Pfeilern, natürlich an der äussersten Ecke des Pannel, beginnen; im anderen Falle muss man mit den oberen anfangen. Hierbei kommen dann viele Verschiedenheiten im Verhieb vor, die sich auch nach der Gestalt der Pfeiler richten[104]); zuweilen sind die pannel works geradezu mit dem gewöhnlichen streichenden Pfeilerbau verbunden.

[104]) Herold: Der Bergbau i. d. Steinkohlengebirge Englands und Schottlands in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 3. B. S. 23.

Dieser Bau gewährt dem Grubenbetreiber, in der Regel einem Pächter, die Möglichkeit[105]), in der kürzesten Frist das grösste Quantum Stückkohle zu gewinnen, ohne viel Geld für Unterstützung der Räume durch Holz oder durch herbeigeschaffte Berge aufzuwenden. Dagegen hat das System in wirthschaftlicher Beziehung und mit Bezug auf das Leben der Arbeiter die grössten Nachtheile. Alle milden und durch Druck zerbröckelten Theile der Pfeiler so wie die Sicherheitspfeiler werden vorloren gegeben, ausserdem werden die beim Hauen fallenden Kleinkohlen in der Grube verfüllt, so dass ein Verlust von wenigstens 30 Procent eintritt, wobei die Pfeiler, welche zum Schutz der Tagesoberfläche stehen bleiben, nicht mitgerechnet sind. Das Dach, wenn es zum Brechen geneigt ist, wird gar nicht oder nur durch provisorische, später wieder beseitigte Vorrichtungen unterstützt, wodurch fast immer ein Hereinbrechen des Daches eintritt, was um so gefährlicher ist, als in der Regel sehr weite Räume ausgehauen werden; bei den grossen Dimensionen der Brüche ereignen sich dann sehr häufig Unglücksfälle für die Arbeiter, wozu noch kommt, dass die in diesen Räumen angesammelten bösen Wetter bei Eintritt des Brechens durch die ganze Grube verbreitet werden. Endlich ist die unvollkommene Trennung des ein- und ausziehenden Wetterstromes durch viele Wetterthüren eine stete Ursache von Gefahren, da diese Verschlüsse nicht im Stande sind, etwaigen Explosionen zu widerstehen und dieselben zu localisiren, wodurch so häufige, vielen Menschen das Leben raubende Unglücksfälle entstehen.

*dd.* Abbau von Steinkohlenflötzen, welche ein mächtiges Bergmittel enthalten.

Kommen zwei Flötze dicht über- oder nebeneinander vor, oder ist — was dasselbe — ein Flötz durch ein mächtiges Bergmittel in zwei oder durch mehre Bergmittel in mehre Bänke getheilt, so kann man je nach der Stärke und Cohärenz des Bergmittels verschieden verfahren.

Ist das Bergmittel schwach, so baut man im unteren Theile ab und gewinnt den Rest durch Bruchbau, wobei freilich viel Kohle verloren geht, wie z. B. bei dem 5 bis 6 Meter mächtigen Flötze zu Epinac, welches ein quarziges, mit Schwefelkies durchzogenes Mittel enthält[106]). Wenn das Mittel stärker wird, bleiben im Allgemeinen folgende Methoden:

1. Man baut die oberen Bänke oder die Bank, wie gewöhnlich, für sich ab, lässt zu Bruche gehen und gewinnt nach einer gewissen Zeit, wenn der Bruch sich vollständig gesetzt hat — oft nach mehren Jahren — dann die unteren Bänke. Hierbei ist also eine Mächtigkeit der Kohle erforderlich, welche die getrennte Ausgewinnung auf jedem Flötztheil lohnend macht. Immerhin lässt sich ein ansehnlicher Druck bei Gewinnung des

---

[105]) Havrez: Stand des englischen Steinkohlenbergbaues im Jahre 1866 in Berg- u. Hüttenm. Zeitg. von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1869. S. 336.

[106]) Ponson a. a. O. II. p. 479.

unteren Theils erwarten, wenn auch das Bergmittel ziemlich cohärent und stark ist, weshalb man immer nur kleine Flächen entblössen darf. Wenn das Bergmittel kurzklüftig ist, so kann Abtreiben nöthig werden, wenn man den unteren Theil in Bau nimmt. Fälle dieser Bauweise sind in Westfalen nicht selten, auch in Frankreich z. B. auf dem Flötze St. Lucy zu Blanzy (Departement Saône et Loire).[107]) Das Flötz hat 10 bis 40 Grad Neigung und ist vom Hangenden zum Liegenden gebildet aus

3 bis 4,5 Meter Kohle
0,30 Meter Bergmittel,
1 " "
0,30 " "
6 bis 7 " "

in einer Mächtigkeit von 10 bis 12 Meter. Die Sohlen sind etwa 10 Meter von einander entfernt, so dass die Kohlenhöhe zwischen je 2 Sohlen etwa 50 Meter beträgt. Zuerst wird der obere Flötztheil vorgerichtet, wobei die Oerter das Bergmittel anhalten; diese sind 4 Meter breit, 2 Meter hoch, bauen also Firstenkohl an, welches beim Abbau der Pfeiler mit gewonnen wird. Nach 2 Jahren gewinnt man die untere Abtheilung, indem man aus einer Grundstrecke mit schwebenden Abbaustrecken, welche 10 Meter von einander entfernt sind, vorrichtet, aber immer nur einen Pfeiler, den man von Oben herab firstenartig aber möglichst schnell, hereingewinnt. Nach Fabricius treibt man in beiden Flötztheilen gleichzeitig correspondirende streichende Vorrichtungsstrecken, und verhaut in schwebenden Abschnitten und zwar zuerst im oberen Flötztheil, dann im unteren, so dass in diesem der Verhieb beginnt, wenn in jenem der nächste Abschnitt angegriffen wird. Diese Baumethode würde dem zweiten Fall entsprechen:

2. mit gleichzeitiger Vorrichtung und Abbau, wobei selbstredend im Allgemeinen die Gewinnung der Pfeiler im oberen Theil etwas voraussteht. Als Beispiele sind die Baue auf dem Heiligenwalder und Landsweiler Flötze der Redengrube bei Saarbrücken[108]) zu erwähnen, welche ein (55, beziehungsweise 50zölliges) 1,439, beziehungsweise 1,308 Meter starkes Sandsteinmittel enthalten. Die Hauptförderstrecke wird in der Unterbank doppeltspurig getrieben; durch kurze Querschläge wird die Oberbank gelöst, in welcher gleichfalls eine, aber einspurige, Hauptstrecke aufgefahren wird, welche nach dem Abbau des Mittels zwischen zwei Querschlägen abgeworfen wird. Der Abbau erfolgt in beiden Bänken durch diagonalen Pfeilerbau, in der Oberbank werden die Pfeiler (4 Lachter) 8,369 Meter, in der Unterbank (2 Lachter) 4,185 Meter breit genommen, so dass die letztere die doppelte Zahl Vorrichtungsörter erhält, weil sie mächtiger ist. Die Strecken der Oberbank kommen stets auf die abwechselnden Pfeiler der Unterbank;

---

[107]) Combes a. a. O. t. II. p. 230. — Ponson a. a. O. t. II. p. 481. — Fabricius: Die wichtigeren Steinkohlenreviere Belgiens u. Frankreichs in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 8. B. S. 182. 186.

[108]) Max Nöggerath a. a. O. S. 175.

selbstredend geht der Pfeilerbau oben etwas voraus. Bei gleichen Pfeilerbreiten in analogen Fällen setzt man besser Pfeiler auf Pfeiler.

Interessant sind bei verschiedenen Flötzen auf den Gruben bei Saarbrücken mit Zwischenmitteln von mehreren (4 bis 6) Lachtern die Wahrnehmungen, dass sich das obere Flötz besser bauen lässt, wenn der Abbau im unteren vorausgegangen ist und der Bruch sich gesetzt hat;[109]) hierauf wird aber nur local gerechnet werden können.

3. Die Vorrichtung der Bauabtheilungen findet nur im untern Theile statt, während der Abbau vom unteren aus in beiden Theilen erfolgt, indem man in kurzen Entfernungen das Mittel durchbricht, mit Querschlägen bei stärkerer, mit Ueberbrechen bei schwacher Neigung, schnell im oberen Theile kurze Oerter auffährt und die Pfeiler abbaut, z. B. in Westfalen im Flötze 11, 5 und 6 Handbank.

4. Man kann, wie es ähnlich in dem Steinkohlenbassin von Rive de Gier geschieht, zunächst den unteren Theil mit dicht neben einandergeführten und vollständig versetzten Betrieben, gleichsam querbauartig gewinnen und auf den Bergen sich erheben zur Ausgewinnung der oberen Lagen;[110]) es ist dies gewissermassen eine verbesserte Methode, wie sie oben für die Gewinnung schwacher, nahe an einander liegender Flötze angegeben ist.

*cc.* Schüttungsverhältnisse der Steinkohlenflötze und Abbauverluste.

Sehr wichtig ist es bei dem Abbau der Steinkohlenflötze zu wissen, welche Kohlenquantitäten aus einem vorgerichteten Abbaufelde zu gewinnen sind, um in Rücksicht auf die Debitsverhältnisse rechtzeitig zur Vorrichtung neuer Baufelder schreiten zu können. In Westfalen sind darüber eingehende Versuche augestellt.[111]) Die Kohlen von 118 Flötzen wurden gewogen und ergaben ein Durchschnittsgewicht von 104,77 Pfund auf einen gestrichenen Scheffel, während sich das durchschnittliche specifische Gewicht aller Kohlen zu 1,35585 ermittelt. Ein Scheffel destillirten Wassers wiegt 109,75 Pfund, mithin wiegt eine gleich grosse Masse anstehender Kohlen 1,35585 · 109,75 = 148,81 Pfund, so dass das Gewicht eines Scheffels gewonnener Kohlen zu dem eines Scheffels anstehender Kohlen sich verhält wie 104,77 : 148,81 = 1 : 1,4204. Hiernach würde ein Quadratlachter einen Zoll hoch anstehender Kohle = 6400 Kubikzoll nach der Gewinnung 1,4204 · 6400 = 9091 Kubikzoll oder 2,9592 Scheffel Kohlen ergeben; nach langjährigen Erfahrungen nimmt man aber nur $2^1/_2$ Scheffel an, so dass $15^1/_2$ pCt. als Verlust bei der Gewinnung anzusehen sind.

---

[109]) Der Abbau des hangenden Flötzes auf Grube Jägersfreude in Zeitschr. f. B.-, H. u. S.-Wesen Bd. 4. B. S. 95.

[110]) Ponson a. a. O. t. I. p. 148. t. II. p. 461.

[111]) Prüfung der Zuverlässigkeit einiger bei Kohlenberechnungen gebräuchlichen Zahlenangaben in „Der Berggeist“, Ztg. f. B.-, H.-Wesen u. Industrie. Köln 1859. S. 453.

In Oberschlesien[112]) ergab sich früher nach den Ermittelungen des jetzigen Oberberghauptmanns Krug von Nidda bei der Anwendung von 3 pCt. Aufmaass, dass im grossen Durchschnitt aus einem Kubiklachter fester Kohlenmasse 53 Tonnen Kohlen gewonnen wurden, wonach bei einem Quadratlachter Flächenraum jeder Zoll der Flötzmächtigkeit $^{53}/_{80}$ Tonnen = $2^{13}/_{20}$ Scheffel schüttete; nach Abschaffung des Aufmaasses kann man aber auf eine Schüttung von $^{55}/_{80}$ Tonnen oder $2^3/_4$ Scheffel rechnen, während zur sicheren Berechnung auf Flötzstörungen und anstehen bleibende Pfeiler noch 9 pCt. in Abzug zu bringen sind, so dass man, wie in Westfalen, auf eine Schüttung von $2^1/_2$ Scheffel kommt.

In Saarbrücken[113]), wo nach dem Gewicht verkauft wird, schwankt die Ergiebigkeit eines Quatratlachters Kohlenflötz auf 1 Zoll Mächtigkeit zwischen 2,091 und 2,783 Centner und beträgt nach dem Durchschnitt der in unserer Quelle mitgetheilten Versuche 2,45 Centner, und da im Grossen und Ganzen 1 Scheffel Kohlen zu dem Gewicht von 1 Centner angenommen werden kann, so stimmen auch die hier gemachten Erfahrungen mit den westfälischen und schlesischen überein, wonach aus einem Quadratlachter Kohlenflötz auf 1 Zoll Mächtigkeit $2^1/_2$ Scheffel Kohlen zu gewinnen sind.

### 2. Pfeilerbau auf Braunkohlenflötzen.[114])

Die Verhältnisse, welche bei der Gewinnung der Braunkohlen auf die Wahl des Abbaues Einfluss haben, sind:

1. die gewöhnlich schwache Neigung der Braunkohlenflötze, welche oft in söhlige Lage übergeht;

2. das Fehlen von rasch aufeinander folgenden Faltungen, welche jedoch bei der Braunkohlenablagerung in der Mark Brandenburg sich auch findet[115]), wie im Ganzen auch anderwärts die Ablagerungen meist flache Mulden bilden, welche im Innern sich oft wellenförmig auf und nieder biegen;

3. die geringe Tiefe unter Tage;

4. die Beschaffenheit des Deckgebirges, des Liegenden und der Zwischenmittel, welche aus losen Massen von Sand, oft von Wasser durchtränkt, von mageren und plastischen Thonen bestehen;

5. die geringe Zahl der Flötze, da man oft es nur mit einem zu thun hat;

6. die oft sehr ansehnliche Mächtigkeit, welche nicht erlaubt, auf einmal zu verhauen;

---

[112]) Jahrb. d. schles. Vereins f. B.- u. H.-Wesen. Breslau 1859. S. 263.

[113]) Max Nöggerath a. a. O. Bd. 3. B. S. 177.

[114]) Ottiliä: Das Vorkommen, die Aufsuchung u. Gewinnung der Braunkohen i. d. preuss. Prov. Sachsen in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 8. B. S. 1. 113. — Seyfert: Das Braunkohlenbergwerk bei Riestädt, eben da. Bd. 4. B. S. 169. — v. Dechen in dem Aufsatz: Der Kuhlen- u. Tummelbau i. d. Brühler Braunkohlenrevier in Karsten Archiv 1831. Bd. 3. S. 521.

[115]) Plettner: Die Braunkohlenformation i. d. Mark Brandenburg in Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. Bd. 3. S. 218. Bd. 4. S. 249. 460.

7. die mehr oder weniger feste Beschaffenheit der Kohle, welche verschieden ist, je nachdem sie Erd-, Moor-, Pechkohle oder fossiles Holz ist;

8. auch kommt die Absonderung in Bänken mit oder ohne taube Zwischenmittel, die Zerklüftung und deren Regelmässigkeit in Betracht.

Im Allgemeinen findet sich, wenigstens bei den Braunkohlenablagerungen im nördlichen Deutschland, immer stärkerer Druck, als bei den Steinkohlenflötzen, so dass möglichst schnelles Abwerfen der Baue geboten erscheint; anders ist es bei den Braunkohlengewinnungen in Böhmen, Steiermark, Kärnthen.

Die Ausrichtung erfolgt durch Stolln und Schächte. Weil man kleinere Baufelder nehmen muss, so vervielfältigt sich die Zahl der Ausrichtungsbetriebe, namentlich der Förderschächte.

Die Förderschächte stellt man in der Provinz Sachsen bei geneigter Lagerung des Flötzes in die Mitte der Grundlinie der rechteckigen Bauabtheilung, bei söhliger Lagerung in die Mitte der quadratischen Bauabtheilung. Nachdem man das Flötz mit dem Schacht erreicht hat, trocknet man es durch eine Ausrichtungsstrecke ab, welche nöthigenfalls nur in einem Theil der Mächtigkeit aufgefahren wird und zwar unter Beobachtung des Liegenden in starker Zimmerung oder selbst in Mauerung, wobei man bei bedeutenden Wassern wohl eine besondere Sumpf- oder Wasserstrecke auffährt. Sind die Kohlen milde und wasserdurchlassend, dann ist grosse Vorsicht nöthig, um plötzliche Wasserdurchbrüche zu verhüten; man geht dann wohl mit Abtreibezimmerung vor. Die Trockenlegung des Hangenden wird, wenn die Kohle das Wasser nicht durchlässt, in den übrigen Betrieben durch Bohrlöcher bis zum Hangenden oder aus der Grundstrecke durch Querschläge bis zum Hangenden bewirkt.

Wo ein mächtiges Flötz in mehren Etagen gebaut werden muss, oder wenn das Zwischenmittel zwischen mehren Flötzen nicht stark ist, treibt man bei geneigter Lage die Grundstrecke in der am besten geeigneten Flötzabtheilung und richtet querschlägig aus, bei söhliger Lage in der unteren Abtheilung und richtet durch Ueberbrechen aus; bekommt man dabei zu viel Pfeilerhöhe, so treibt man Theilungsörter.

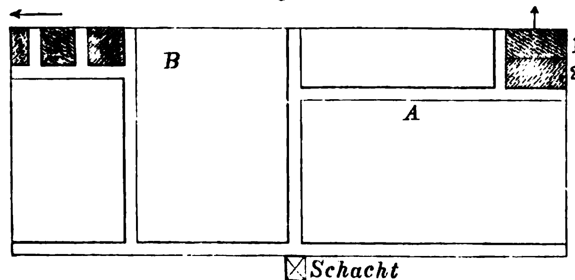
Auf die Grösse der Schachtfelder ist die Art der Schacht- und Streckenförderung von Einfluss, die letztere ist abhängig von der Neigung. In der Provinz Sachsen wendet man bei geneigter Lagerung in den Abbauen meist Karrenförderung an, in den Förderstrecken Wagen auf Schienen und rechnet dann (10 Lachter) 21 Meter als Maximum der flachen Höhe. Bei Förderung mit dem Haspel im Schachte gibt man etwa (25 Lachter) 52 Meter flache Höhe und zu beiden Seiten 52 Meter Länge, bei Dampfmaschinenförderung gleichfalls 52 Meter Pfeilerhöhe, aber zu beiden Seiten (225 Lachter) 470 Meter Länge. Bei söhliger Lagerung beschränkt man die Karrenförderung so viel, wie möglich. Auf dem Braunkohlenbergwerk bei Riestädt wendet man Walzenhunde an.

Die Vorrichtung der einzelnen Baufelder kann, wie bei Steinkohlenflötzen, mittelst Diagonalen, Bremsbergen u. s. w. geschehen und richtet

sich sehr nach der Neigung; man treibt jedoch niemals gleichzeitig viele Vorrichtungsörter wegen des dadurch entstehenden Drucks, und hält im Allgemeinen den Grundsatz fest, ein unterfahrenes Pfeilerstück so schnell wie möglich zu gewinnen und zu Bruche zu werfen, d. h. man gewinnt die Lagerstätte nach und nach in sehr kleinen Abschnitten. Wenn auch diagonaler Abbau vorkommt, so ist doch die Vorrichtung unter rechtem Winkel die herrschende, wobei sich streichende und steigende (schwebende) unterscheiden lässt, bei deren Wahl die Richtung der Schlechten untergeordnet auch hier in Betracht kommt, vorzugsweise aber die Neigung und die Beschaffenheit des Hangenden, indem stärkere Neigung und leicht herein rollender alter Mann die streichende Vorrichtung empfehlen, welche auch meist überwiegt.

Je gebrächer an und für sich die Kohle, je stärker der Druck des Hangenden ist, desto grösser nimmt man die Pfeiler; in Sachsen richtet man sich bei streichender Vorrichtung meist so ein, dass zwei Brüche zugleich geworfen werden können und der Verhieb fällend erfolgt wie bei A in Fig. 183 dargestellt ist, wo der Pfeil die Richtung des Abbaues anzeigt.

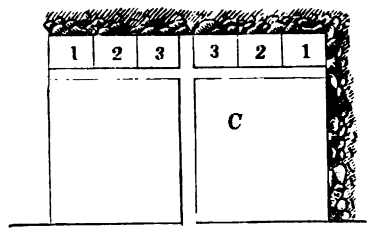
Fig. 183.




Bei schwebender Vorrichtung hingegen baut man, wie bei B, in würfelförmigen Körpern, weshalb der Pfeilerbau auf Braunkohlen auch wohl **Würfelbau** heisst, streichend ab; die Pfeiler zwischen den steigenden Strecken werden (4 bis 10 Lachter) 8 bis 21 Meter lang genommen, oft auch wie C in Fig. 184 zweiflügelig zu jeder Seite 21 Meter.

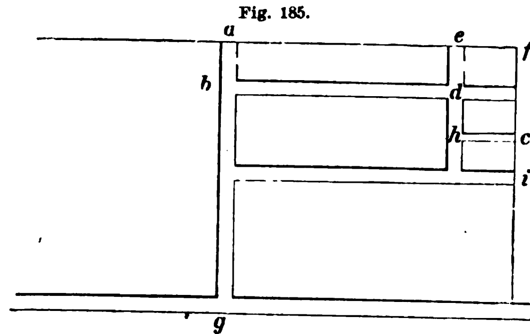
Der Abbau wird auch wohl als **Bruchbau** bezeichnet, weil man gleich das Hangende zu Bruch baut; man benennt dabei in der Provinz Sachsen nach Fig. 185 ag Abbauort, bd Pfeilerort, abdf Bruchpfeiler, de Bruchort, hc Theilungsort, wenn man zwei Brüche unter einander setzt. Die Grösse der Brüche richtet sich nach der Festigkeit der Kohle und nach der Art des Hangenden, welches gehen will oder gehen soll; je lockerer und leichter brechend das Hangende und je fester die Kohle, die also weniger leicht zerdrückt wird, desto kleiner muss man

Fig. 184.



die Brüche nehmen. In Sachsen bestimmt man die Bruchlängen nach Feldern d. h. nach den Entfernungen zwischen zwei Paar Thürstöcken, welche gewöhnlich ($^3/_4$ Lachter) 1,569 Meter, stellenweise ($^1/_2$ Lachter)

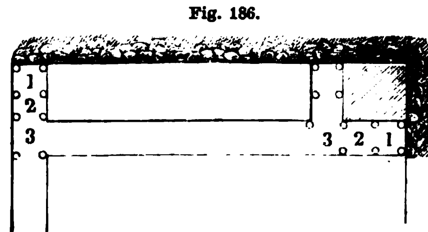
Fig. 185.




1,046 Meter beträgt. Oft erhält die Bruchfläche, bei welcher man Pfeiler- und Bruchort mit rechnet, 2 Feld zu 1,569 Meter = 3,138 Meter Seite = 10 Quadratmeter Fläche, oft auch 3 Feld, also 4,717 Meter Seite und 22 Quadratmeter Fläche, oft noch mehr.

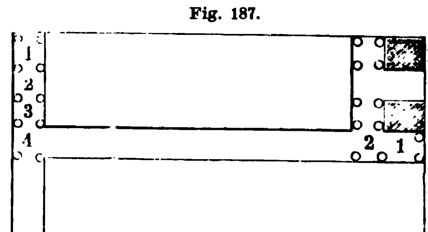
Hiernach bildet man die Brüche bei 3 Feld, wie in Fig. 186; bei 2 Feld, da 1 Feld Pfeiler nicht gut stehen bleiben kann, mittels Theilungs-

Fig. 186.




ortes wie Fig. 187, wo also zwei Brüche untereinander liegen; ähnlich verfährt man, wenn man zwei drei Feld grosse Brüche unter einander legen

Fig. 187.




will, wie in Fig. 188. Auf den vereinigten Neindorfer Gruben erhalten die steigenden Abbauörter 21 Meter Entfernung, die Brüche 3 Feld Seite, der Pfeiler also 2 Feld = 3,138 Meter Stärke; auf der Grube Friedrich Wilhelm bis Eistorf erhalten die Brüche 3 Feld Seite wie in Fig. 186; auf

den Gruben des Neuglücker Vereins bei Nietleben 2 Feld mit zwei unterliegenden Brüchen, wie in Fig. 189, wo abcd der erste, abef der zweite Bruch ist. Zwei drei Feld grosse Brüche unter einander, wie Fig. 188,

Fig. 188.

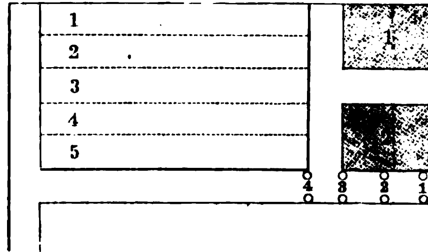
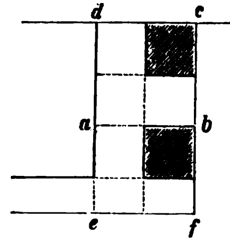


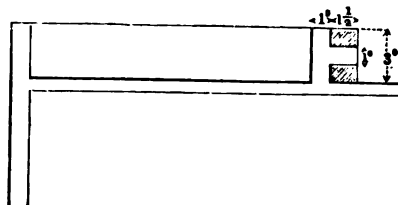

Fig. 189.




nimmt man auf den Aschersiebener Gruben, weil die Kohle milde ist und das Hangende leicht bricht; auf der Königlichen Braunkohlengrube zu Altenweddingen hat man nur 2 Feld oder ein Quadratlachter grosse Brüche, legt aber zwei untereinander.

In Rieställt, Fig. 190, sind die Abbauörter (15 Lachter) 31 Meter von einander entfernt, die flache Höhe beträgt (20 Lachter) 42 Meter, die streichenden Pfeiler sind (3 Lachter) 6,277 Meter stark; zum Verhauen kommen ($1\frac{1}{2}$ Lachter) 3,138 Meter breite Abschnitte, welche gebildet sind durch ein (1 Lachter) 2,092 Meter breites Pfeilerort und durch ein gleiches getheilt werden, so dass 2 Pfeilerabschnitte von ($1\frac{1}{2}$ Lachter) 3,138 Meter Länge und 2,092 Meter Höhe entstehen. Eigenthümlich ist hier, dass man die nicht förderbaren klaren Kohlen nebst den Bergen aus Zwischenmitteln zu einer Art Versatz für den ausgehauenen Raum benutzt, das Hangende durch darauf gesetzte, immer kürzer werdende Stempel eine Zeit lang stützt und erst nach möglichster Anfüllung des Raumes die letzten Hölzer raubt und dadurch das Hangende zu Bruche wirft.

Fig. 190.

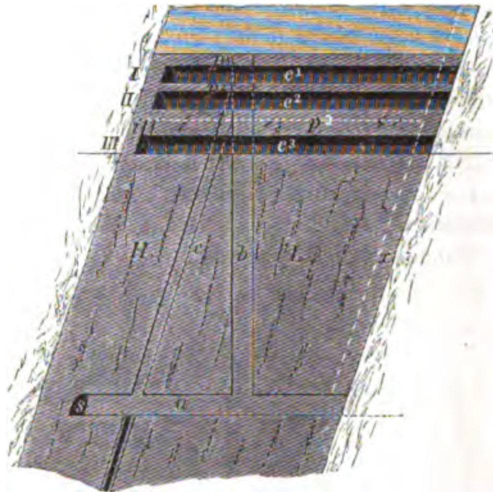


Die eigentliche Gewinnungsarbeit ist sehr verschieden. Wenn Schram oder überhaupt regelmässige Ablösen fehlen, so haut man im Bruchort essenartig in die Höhe, baut so viele Firstenkohle, wie das Hangende erfordert, an und geht dann mit ganzer Mächtigkeit bis zum alten Mann vor; sind aber regelmässige Lagen, Schrambänke vorhanden, so baut man ähnlich bankweise, wie auf mächtigen Steinkohlenflötzen, gewöhnlich firsten-

artig ab, wie z. B. in Riestädt. Gegen das Hereinrollen des alten Mannes schützt man sich durch Versetzungen, die aber nicht so stark zu werden brauchen, wie in Oberschlesien, jedoch ziemlichen Verschluss gestatten. Streichende Pfeiler mit schwebendem Verhieb haben den Vortheil, dass ein Theil des alten Mannes seitwärts liegt, also weniger zum Hereinrollen geneigt ist. Mit dem Bauen in Oberschlesien verglichen, ist das Verfahren sehr analog demjenigen, wo Beine zwischen den Abschnitten belassen werden, nur sind diese in Oberschlesien schwächer, als die Breite der Abschnitte, bei Braunkohlen hingegen sind sie mindestens eben so breit oder breiter, als die Abschnitte. Zimmerung in den Abbauen wird nach Bedürfniss angewendet; bei kleineren Brüchen genügt oft ein mit Anpfahl versehener Bruchstempel, den man dann gleich in die mittlere Esse setzt; oft hat man auch viele Stempel nöthig, die dann meist verloren gehen. Wird die ganze Mächtigkeit durch die Streckenhöhe hereingewonnen, so treibt man das Bruchort mit vollem Holze bis zum alten Mann und lässt diese Zimmerung bis ganz zuletzt darin.

Aehnlich wie der hier namentlich von den Gruben in der Provinz Sachsen beschriebene Abbau ist der auf den Braunkohlengruben Viernich bei Commern und auf der Haardt bei Ober-Kassel am rechten Rheinufer.[116])

Fig. 191.



Ein bemerkenswerther Abbau findet auf dem (18 Klafter) 34,128 Meter mächtigen Braunkolenflötze zu Sagor in Ost-Krain statt.[117])

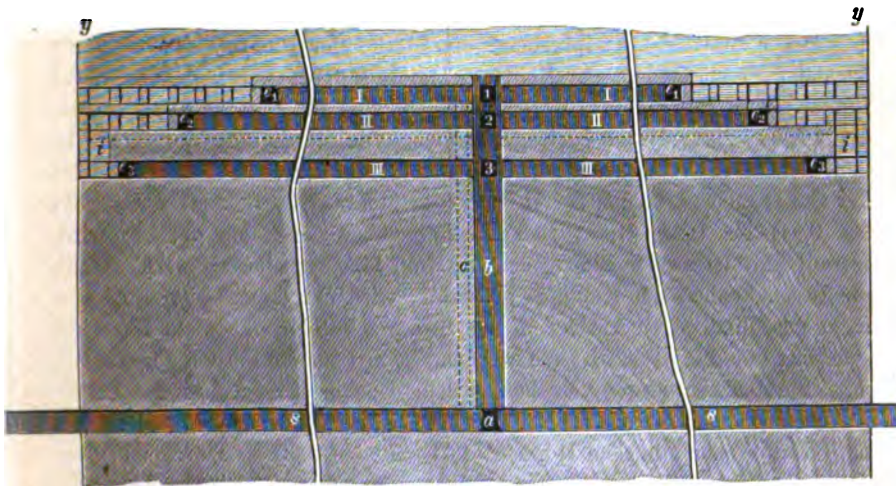
[116]) v. Dechen in Karsten Archiv Bd. 3. S. 521.

[117]) Beer: der Abbau des 18 Wiener Klafter mächtigen Braunkohlenflötzes zu Sagor in Ost-Krain in Berg- und Hüttenm. Jahrbuch der k. k. Bergakademien zu Pribram u. Leoben u. d. k. ungar. Bergakademie zu Schemnitz für das Studienjahr 1868/69. Prag 1870. S. 278. — „Berggeist," Köln 1870. S. 631. Zeitschr. des Vereins deutsch. Ingenieure. Bd. 15. S. 121.

Das Flötz hat ein Fallen von 60 bis 80 Grad und wird durch ein ca. 0,316 Meter mächtiges Kohlenmittel, welches zwischen zwei thonigen Sandschnüren liegt, in ein hangendes Flötz von ca. 11,376 bis 13,272 Meter Mächtigkeit und in ein liegendes Flötz von ca. 22,752 Meter Mächtigkeit getheilt, von denen jedes durch Zwischenmittel in mehre Bänke (Blätter) getrennt ist und zwar das obere in 12, das untere in 21. Das liegende Flötz wird wegen seiner vielen bituminösen Schiefermittel nicht überall in Abbau genommen; das hangende Flötz ist dunkelschwarz, fest und stückreich. Das Liegende bildet ein weisser, plastischer feuerfester Thon; als Dach findet sich zunächst bituminöser Schiefer, darüber Mergelschiefer und Kalkmerkel, ferner Sande, Sandstein und Conglomerate. Die Lösung der Baue erfolgt durch Stolln, doch bedient man sich auch seigerer und flacher Schächte zur Förderung und Wetterlosung, von denen aus das Flötz durch Querschläge gelöst ist. Die einzelnen Abbaufelder erhalten nach Massgabe der Hauptverwerfungen eine Länge von 189 bis 379 Meter; eine grössere Länge wählt man nicht, um die möglichen Grubenbrände isoliren zu können.

Von dem im Streichen des Flötzes getriebenen Stolln s (Fig. 191. 192.) aus wird in der Mitte des Baufeldes eine querschlägige Strecke a bis zum Liegenden aufgefahren und auf dieselbe ein Schacht b, seiger oder flach

Fig. 192.




gestellt und bis zur obern Baugränze aufgehauen; da er zur Förderung dient, wird er auf seiner Hängebank mit einem Bremswerke versehen. Ausserdem wird ein Fahrschacht c flach, in der Regel innerhalb der Scheide zwischen dem hangenden und liegenden Flötztheile H und L getrieben und mit dem Querschlage a in Verbindung gesetzt; auch dieser Schacht wird,

wie der Förderschacht, durch Ueberbrechen hergestellt und zwar auf die ganze gelöste Pfeilerhöhe. Der Abbau erfolgt von Oben nach Unten in 2,844 bis 5,056 Meter hohen Streifen (Etagen), worauf die verhauenen Räume theilweise mit Bergen versetzt werden; die Höhe der Etagen richtet sich nach der Beschaffenheit des Nebengesteins, nach der Festigkeit der Kohlen und nach der Neigung zur Entwickelung brandiger Wetter aus dem alten Mann. Die Lösung der einzelnen Etagen erfolgt aus dem Bremsschacht b, indem zunächst die söhligen Querstrecken 1, 2, 3 u. s. w. 1,896 Meter hoch und 1,517 Meter breit angesetzt und bis zum Hangenden und Liegenden erlängt werden; wenn nur die hangende Flötzbank abgebaut wird, so treibt man diese Querstrecken nur in der Richtung nach dem Dach. Die erste Querstrecke 1 liegt mit ihrer Sohle je nach der Höhe der Abbaubänke 2,844 oder 5,056 Meter unter dem Ausgehenden oder dem alten Mann, wodurch im ersten Falle 0,948 Meter, im anderen 3,160 Meter Kohle in der Firste angebaut werden. Aus der Querstrecke 1 — später auch aus 2, 3 . . . — wird 0,948 bis 3,160 Meter vom Hangenden die streichende Abbaustrecke I — beziehungsweise II, III . . . — 1,896 Meter hoch, 1,517 Meter breit, nach beiden Abbaugränzen hin, also nach jeder Seite 99,800 bis 189,600 Meter aufgefahren. Von dieser Abbaustrecke werden in Entfernungen von 0,948 bis 1,896 Meter querschlägig 1,896 bis 2,844 Meter breite und 1,896 Meter hohe söhlige Abbaustrecken e (Kreuzstrecken, Querschläge genannt) getrieben, zwischen welchen 1,896 bis 2,844 Meter breite Kohlenpfeiler p entstehen. Die Breite der Kreuzstrecken e und dem entsprechend die Stärke der Pfeiler p richtet sich nach der Beschaffenheit der Kohle; ist diese mürbe, so wird Strecke und Pfeiler 1,896 Meter breit, ist sie fest, so wird die Strecke 0,948 Meter, der Pfeiler 2,844 Meter breit genommen. Die Gewinnung der Kohle in den erwähnten Vorrichtungsstrecken erfolgt in der Weise, dass mittelst der Spitzhauen zu beiden Seiten ein 0,948 Meter tiefer Schlitz, demnächst ein 0,237 bis 0,316 Meter tiefer Schram über die Sohle geführt wird, worauf mittelst zweier Bohrlöcher das Kohl hineingeschossen wird. Wenn die Beschaffenheit der Kohle es gestattet, wird nur einmal oder auch gar nicht geschlitzt. Der Ausbau in den Strecken erfolgt gar nicht oder nur spärlich, nur die Kreuzstrecken werden, wenn keine Kohle angebaut wird, mit Thürstockzimmerung versehen, welche nachher beim Abbau der Pfeiler p wieder geraubt wird. Die Ausgewinnung der Pfeiler erfolgt von Oben nach Unten zuerst in dem Horizont 1, I, dann in 2, II u. s. f., doch muss der Abbau im oberen Horizonte dem im nächstfolgenden 7,584 bis 9,480 Meter voran sein (vergl. Fig. 192). Wenn in den Kreuzstrecken 0,948 Meter Kohle in der Firste angebaut werden, die Strecken also 1,896 Meter hoch sind, so gewinnt man den Pfeiler streichend in 0,948 Meter breiten Abschnitten bis auf die Streckenhöhe und stützt die Firstenkohle durch Stempel und Anpfahl; nach erfolgtem Schlitzen der Firstenkohle werden die Stempel geraubt, worauf die ganze Firstenkohle hereinbricht. Wird

aber in den Kreuzstrecken Firstenkohle nicht angebaut, so werden gleichfalls 0,948 Meter breite Pfeilerabschnitte in der ganzen Etagenhöhe von 2,844 Meter gewonnen und durch Rauben der Zimmerung in den Kreuzstrecken das Dach zu Bruche geworfen. Wenn hierbei der zum Grubenbrand geneigte hangende Mergel nicht mit hereinbricht, wird die zweite Etage wieder 2,844 Meter hoch genommen, andrenfalls müsste dieselbe 3,160 Meter hoch genommen werden. Im ersten Fall erfolgt der Abbau ganz wie in der oberen Etage, wo man die Pfeiler fast in dieselbe Vertikalebene, wie in der oberen Sohle, bringt; auch hier findet das Zubruchewerfen, wie in der ersten Etage statt. Die nächstfolgende Etage wird dann aber 5,056 Meter hoch genommen, um den Versatz anbringen zu können. Die Kreuzstrecken $e_3$ werden 1,896 Meter hoch, 1,896 bis 2,844 Meter breit bis ans Liegende aufgefahren, in der Firste also 3,160 Meter Kohle angebaut; die Pfeiler $p_3$ erhalten je nach der Beschaffenheit der Kohle eine Stärke von 0,944 bis 1,896 Meter und werden in Abschnitten von 0,944 Meter Breite streichend abgebaut, jedoch nur in Höhe von 1,896 Meter, wobei der ausgehauene Raum nach Massgabe der fortschreitenden Gewinnung mit feuerfestem Material (hangendem Mergel aus dem alten Manne) oder mit Dammerde versetzt wird. Hierauf wird aus der Abbaustrecke III seiger 1,896 Meter in die Höhe gebrochen und unmittelbar über der versetzten Kreuzstrecke $e_3$ eine zweite i in denselben Dimensionen wie die untere, aufgefahren, welche also den Versatz der unteren Strecke zur Sohle hat. Demnächst wird die 1,264 Meter mächtige Firstenkohle, so wie der übrige Pfeiler $p_3$ gerade so hereingenommen, wie es bei den oberen Etagen beschrieben ist und die Firste zu Bruche geworfen. Gestattet es die Beschaffenheit der Kohle, so wird die obere, auf dem Versatz aufgefahrene Kreuzstrecke sogleich in der ganzen noch übrigen Kohlenhöhe aufgefahren, was mehr Holz kostet, aber mehr Stückkohle liefert. Da der Versatz den Zweck hat, den hangenden Mergel, welcher sehr zum Brande geneigt ist, von dem Flötze beim Zubruchewerfen abzuhalten, fährt man in dem Horizont III nur immer eine Kreuzstrecke auf und nimmt nur einen Pfeiler in Abbau, um den Bruch und den Druck des Hangenden besser in der Gewalt zu haben, erst wenn Alles in Ruhe ist, fährt man eine neue Kreuzstrecke auf. Das Versatzmaterial wird vom Tage her durch besondere Schächte (z. B. x in Fig. 191) eingebracht, welche am Liegenden angelegt und mit den Abbauhorizonten in Verbindung gesetzt werden. Die Wetter fallen durch den Versatzschacht ein, vertheilen sich durch Abbau- und Kreuzstrecken und ziehen durch den Stolln zu Tage. Die Förderung erfolgt in den streichenden Abbaustrecken mittelst englischer Wagenförderung; die Wagen werden entweder direct vor die Oerter gefahren, oder die Kohle wird in Trögen nach den Abbaustrecken zu den Wagen getragen; von den Abbaustrecken gehen die Wagen zum Bremsschacht und von hier durch den Stolln zu Tage.

*b.* Theilweiser Abbau und Oerterbau.

Der theilweise Abbau, sowie die besondere Form desselben, welchen man Oerterbau genannt hat, giebt stets einen Theil der Substanz der Lagerstätte innerhalb des Abbaufeldes Preis, entweder um den anderen Theil mit grösserer Sicherheit und mit Ersparung an Unterstützungsmaterial gewinnen zu können, oder um die Wirkungen auf das Deckgebirge und die Oberfläche, welche den vollständigen Abbau begleiten würden, zu vermeiden oder doch in engere Gränzen einzuschliessen, sei es um die Oberfläche und deren Anlagen zu schützen, sei es um Vorrichtungen zum Grubenbau selbst offen zu erhalten, sei es endlich, um das Eindringen von Wasserläufen der Tagesoberfläche oder von oberen Wassermassen der Gruben in tiefere Baue oder in die Baue überhaupt zu verhüten. Die Aufrechthaltung des Hangenden, ganz oder theilweise, ist stets der Zweck dieser Abbaumethode. Oft sind beide hier angegebenen Gründe zur Wahl der Abbaumethode vorhanden, z. B. bei Steinsalz, wo das Zubruchewerfen des Daches leicht auch das hier überaus zu fürchtende Eindringen von Wassern zur Folge haben kann.

Von diesem systematischen Aufopfern eines Theils der Substanz innerhalb der Abbaufelder unterscheidet sich zwar nicht dem allgemeinen Zwecke, aber der Ausführung nach das Stehenlassen von Sicherheitspfeilern um die Abbaufelder zum Isoliren des alten Mannes, sowie von ganzen Bergfesten d. i. unverritzten Theilen der Lagerstätten wesentlich, namentlich ist das Letztere stets durch die concreten Verhältnisse bedingt.

Wie ersichtlich ist der zweite Grund der allgemeinere und kann daher bei Lagerstätten aller Art vorkommen, in der hier berührten Weise jedoch meist nur bei nicht zu stark geneigten plattenförmigen Lagerstätten, die für gewöhnlich aus Mangel an Versatz durch Pfeilerbau ausgewonnen werden. Das Verfahren kommt recht häufig auf Steinkohlenflötzen vor, z. B. in Westfalen auf den Gruben, welche unterhalb des Ruhrbettes bauen, auch versuchsweise auf dem ($3^1/_4$ Lachter) 6,800 Meter mächtigen Sattelflötz der Königsgrube in Oberschlesien, um die Grundentschädigungen, welche das Gehen der Brüche veranlasst, zu vermeiden und auch mit Rücksicht auf die Verhinderung von Grubenbrand;[118]) auch auf dem Karolineflötz der Fannygrube in Oberschlesien[119]) hat man den Abbau versucht, das Hangende des Flötzes ist klotziger Sandstein, welcher nicht dicht zu Bruche geht, so dass, wenn man das Brechen nicht überhaupt vermeidet, der Grubenbrand aus den oberliegenden Flötzen Glück und Fanny in das Karolineflötz hinabgezogen würde. Die Versuche sind aber hier als gescheitert anzusehen und werden nicht fortgesetzt, da die stehen gebliebe-

[118]) Jahrbuch des schles. Vereins f. B.- u. H.-Wesen. Breslau 1860. Bd. 2. S. 98. — Meitzen: Ueber den schachbrettartigen Abbau auf Königsgrube in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 9. B. S. 187.

[119]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 8. A. S. 179.

nen Pfeiler sehr bald in Druck geriethen und nun erst gerade den Herd für Grubenbrand bildeten. Man hat deshalb diese Pfeiler auch noch zu gewinnen versucht und dabei, abweichend von dem sonstigen Verfahren, wobei die Pfeiler von Oben nach Unten verhauen werden, mit dem untersten und hintersten Pfeiler begonnen. Man war hierzu veranlasst, weil man das durch das starke Einfallen des Flötzes begünstigte Herabrollen der Kohlen verhindern wollte, wodurch beim gewöhnlichen Verfahren die unteren Pfeiler verschüttet worden wären; ausserdem war man aber auch genöthigt zu dem umgekehrten Angriff der Pfeiler, weil man möglichst viel Kohle vor dem Brande retten wollte und man nicht ermessen konnte, ob das Vordringen von Oben nach Unten nicht das ganze Baufeld in Brand gesetzt hätte, bevor man zur Ausgewinnung gelangt wäre.

Der concrete Fall entscheidet, ob man die vorgerichteten Pfeiler ganz und gar opfert, also den eigentlichen Oerterbau anwendet, mithin sich auf Vorrichtungsarbeiten beschränkt, was indessen selten erforderlich sein wird, oder ob man noch einen Theil der Pfeiler mittelst Durchhiebe zu gewinnen sucht. Im letzten Fall hat man dann zu berücksichtigen, wie viel man noch von den Pfeilern gewinnen darf, ohne die Brüche, die hier nicht ganz vermieden zu werden brauchen, zu weit greifen zu lassen, ferner die Stellung der stehenbleibenden Pfeiler zu einander. In Westfalen gewinnt man zwischen ein Drittel und der Hälfte der vorgerichteten Pfeiler und von dem ganzen Abbaufelde die Hälfte bis zwei Drittel; auf Königsgrube blieben etwa zwei Fünftel zurück; immer muss Grundsatz sein, die Pfeiler an und für sich nicht zu schwach zu machen, weil sie dann ihren Zweck vollkommen verfehlen würden; sie erhalten meist quadratische Gestalt, wenn man die Hälfte ausgewinnt, sonst werden sie rechteckig.

Die Stellung der Pfeiler zu einander genügt bei söhliger oder nicht zu stark geneigter, etwa 20 bis 24 Grad betragender Neigung freier Wahl, während man bei stärkerer Neigung, bei welcher die Pfeiler leicht rutschen können, besondere Vorsichtsmassregeln treffen muss. Bei freier Wahl führt man entweder die Durchhiebe durch sämmtliche Pfeiler in einer Ebene durch, wie in Fig. 193, und giebt ihnen die Breite der stehenbleibenden Pfeiler oder eine geringere, oder man stellt die Durchhiebe alternirend, so dass immer ein Durchhieb auf einen stehenbleibenden Pfeiler trifft, wie in Fig. 194, wodurch der schachbrettförmige Abbau entsteht, der sich wie in Fig. 195 herausbildet, wenn, wie auf Königsgrube, die Pfeilerstücke mehr als die Hälfte einnehmen. Zur Erreichung des beabsichtigten Zweckes ist die alternirende Stellung die bessere. Wenn das Hangende bricht, so wird der Bruch nach und nach eine kuppelförmige Gestalt annehmen, indem sich die Kuppel auf die Pfeiler stützt. Auf Königsgrube liess man, um auch dieses Brechen zu verhindern, ($^1/_4$ Lachter) 0,523 Meter Firstenkohl unverritzt und zog die gewöhnlich ($2^1/_4$ Lachter) 4,708 Meter breiten Durchhiebe oben auf ($1^3/_4$ Lachter) 3,662 Meter zusammen. Bei grösserer Neigung der Flötze bleibt nichts übrig, als die

Durchhiebe und also auch die Pfeiler in der Falllinie auf einander treffen zu lassen und als Schutz gegen das Abrutschen den Streckenraum zwischen den Pfeilern mit Bergeversatz oder besser mit trockener Mauerung auszufüllen.

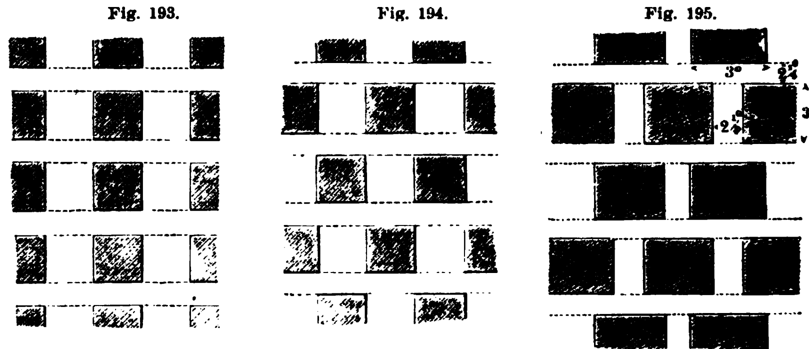


Fig. 193. Fig. 194. Fig. 195.

Das Stehenlassen der Pfeiler zum Ersatz der Zimmerung während des Baues kam früher auf den englischen Gruben häufig vor und ist auch jetzt noch nicht überall beseitigt. Man lässt zwischen breiten Strecken schmale Pfeiler (ribs) stehen, die überhaupt nicht mehr gewonnen werden, oder zwischen schmaleren Strecken starke Pfeiler, von denen später ein Theil durch allmäliges Verschwächen nachgenommen wird; Beides ist unwirthschaftlich und durch von vornherein angewendete zweckmässige Pfeilerstärke zu vermeiden, was auch in neuerer Zeit auf den besseren Gruben geschehen ist. Ein ganz unregelmässiges Belassen von Pfeilern findet sich auf den Bauen des Zehn-Yard-Flötzes in Staffordshire.[120]) Hierhin gehören auch die unterirdischen Gypsbrüche bei Paris,[121]) wo anfänglich Pfeiler stehen bleiben, aber, wenn das Schachtfeld von 50 Meter Radius erschöpft ist, weggesprengt werden, um ein gleichmässiges Setzen hervorzubringen.

Ganz systematisch erfolgt diese Abbaumethode auf Steinsalzlagern, auch auf sehr mächtigen Steinsalzlagerstätten, welche den Weitungs- oder Kammerbau nicht gestatten. Auf der früheren Steinsalzgrube zu Dieuze in Lothringen,[122]) wo jetzt nach dem i. J. 1863 erfolgten Ersaufen des Schachtes nur noch Soole gefördert wird, baute man ein horizontales Steinsalzlager von 5,20 Meter Mächtigkeit; die Bauabtheilungen blieben durch 7 Meter starke Pfeiler getrennt, die nur durch 1,50 Meter weite Oeffnungen durchbrochen wurden, wodurch die Bauabtheilungen von einander isolirt, also gleichsam pannel works gebildet wurden. In den Baufeldern kreuzten sich die Strecken unter rechtem Winkel, waren 6 Meter breit, 4,20 Meter

---

[120]) Wedding im Jahrb. des schles. Vereins f. B.- u. H.-Wesen. Breslau 1861. Bd. 3. Beilagen S. 53.

[121]) Combes a. a. O. II. S. 244.

[122]) Ebenda S. 243.

hoch, so dass 1 Meter Steinsalz in der Firste stehen blieb; die quadratischen Pfeiler erhielten 4,66 Meter Seite. — Das Steinsalzlager zu Wilhelmsglück bei Hall am Kocher[123]) hat etwa die Gestalt einer wenig geneigt liegenden, platt gedrückten Bohne von elliptischer Form im Umkreise; es ist von Osten nach Westen (1100 Fuss) 345 Meter lang, in der Mitte (28 Fuss) 5,649 Meter mächtig und keilt sich nach beiden Seiten hin aus, von Norden nach Süden hatte man eine Ausdehnung von (2700 Fuss) 847 Meter ermittelt, ohne das Ende erreicht zu haben. Statt des früheren Aussoolens durch Bohrlöcher und nachher durch Sinkwerke war man später zum Bergbau übergegangen. Am Hangenden führt man durch Schiessarbeit ein System sich kreuzender Strecken von (6,4 Fuss) 2 Meter Höhe und (12,8 Fuss) 4 Meter Breite, deren Stösse man mit der Keilhaue glatt zuführt, dazwischen bleiben quadratische Pfeiler von 4 Meter, so dass also ein Viertel der Masse verloren geht; demnächst werden die Strossen in den Strecken nachgenommen, wobei man mit Wasser abschlitzt. — Bei der Steinsalzgewinnung in Cheshire in England,[124]) wo man (15 bis 16 Fuss) 4,572 bis 4,877 Meter mächtige Lager baut, treibt man ebenfalls die Strecken im Hangenden durch Schiessarbeit und gewinnt die Strossen in zwei Stössen nach; es bleiben quadratische Pfeiler von (8 yards) 7,315 Meter Seite zurück, die aber (25 yards) 22,860 Meter von einander entfernt stehen, so dass nur 6 pCt. Masse verloren gehen. Die gewöhnliche Stellung der Pfeiler ist wie in Fig. 196, nur auf Crystall mine erhalten die Pfeiler eine Stellung wie in Fig. 197, wo also nur in der Fallrichtung

Fig. 196.

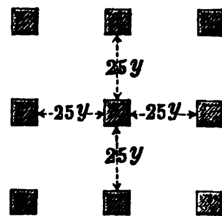
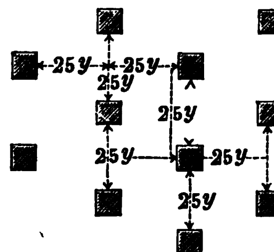



Fig. 197.




die Entfernung (25 yards) 22,860 Meter, im Streichen aber (50 yards) 45,719 Meter beträgt. — Der Abbau auf dem mächtigen Steinsalz- und Kalisalzlager zu Stassfurt[125]) findet zur Zeit nur in der untersten Abtheilung der Steinsalze und in den Kalisalzen der obersten Abtheilung in zwei Baufeldern statt, welche, da die Lagerstätte mit etwa 30 Grad einfällt, in einem und demselben Niveau liegen und von denen das östliche

[123]) Krause: Das Steinsalzbergwerk Wilhelmsglück bei Hall am Kocher in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 4. B. S. 238.

[124]) Lindig: Bemerkungen über die Steinsalzgewinnung in Cheshire in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 6. B. S. 76.

[125]) F. Bischof: Die Steinsalzbergwerke bei Stassfurt. Halle 1864.

die Steinsalze, das westliche die Kalisalze gewinnt. Die Ausrichtung erfolgt durch zwei (10 Lachter) 21 Meter von einander entfernt in nordwestlicher Richtung stehende Schächte, aus welchen in (160 Lachter) 335 Meter Tiefe die Bausohle gefasst ist; vom östlichen Schachte geht ein (240 Lachter) 502 Meter langer Querschlag in's Liegende des Steinsalzes und ebenso vom westlichen ein solcher in das Hangende der Kalisalze. In (18 Lachter) 37,662 Meter Entfernung vom östlichen Schachte ist die Steinsalzlagerstätte durch eine streichende Hauptstrecke mit Parallelstrecke auf (200 Lachter) 418 Meter ausgerichtet, eine zweite streichende Strecke ist in (60 Lachter) 125,54 Meter Entfernung aufgefahren und eine dritte soll in weiterer querschlägiger Entfernung angesetzt werden: diese Strecken, sowie der liegende Querschlag werden ohne Unterbrechung fortgesetzt. Die auf diese Weise ausgerichteten Steinsalzpfeiler werden mit Oertern durchquert, zwischen denen man Bergfesten stehen lässt. Früher wurden diese Oerter (4 Lachter) 8,369 Meter weit und hoch genommen und blieben zwischen ihnen (3 Lachter) 6,277 Meter breite Pfeiler; in neuerer Zeit hat man jedoch mit (11 bis 12 Lachter) 23 bis 25 Meter weiten und (4 Lachter) 8,369 Meter hohen Oertern unter Belassung von (6 Lachter) 12,554 Meter starken Zwischenpfeilern eine wesentlich billigere Salzgewinnung erzielt, so dass die weiten Ortsbetriebe zur Zeit beim Abbau allgemein eingeführt sind.[126]) — In den Kalisalzen ist von dem hangenden Querschlage aus in etwa (15 Lachter) 31 Meter Entfernung vom hangenden Mergel die Ausrichtung durch eine Hauptstrecke am Liegenden der bauwürdigen Kalisalze nach Norden und Süden auf je (300 Lachter) 628 Meter Länge in (3 Lachter) 6,277 Meter Weite und (4 Lachter) 8,369 Meter Höhe erfolgt, welche in nördlicher und südlicher Richtung ununterbrochen fortgesetzt wird. Das Abbaufeld wird durch (4 Lachter) 8,369 Meter weite und hohe Oerter unter Belassung von (3 Lachter) 6,277 Meter breiten Pfeilern durchquert; einer Vergrösserung dieser Ortsdimensionen steht die Brüchigkeit der Kalisalze entgegen; die Absicht, die Zwischenpfeiler später noch unter Nachführung von Bergeversatz zu verhauen, wird kaum zur Ausführung gelangen können, weil die Preise der Kalisalze so niedrig stehen, dass der Gewinn die Kosten für den Bergeversatz nicht decken würde. Die Gewinnung der Salze geschieht vor sämmtlichen Oertern firstenartig.

Hieran reiht sich die Ersetzung der sonst stehen bleibenden Pfeilerstärke durch Mauerung, was einigermassen an das Nachführen von Versatzmauern in Streifen beim Strebbau erinnert, wenn die Menge der Berge nicht ausreicht; dabei ist der ökonomische Gesichtspunkt fast immer entscheidend, nur wenn die Pfeilerstücke zu schwach genommen sind, könnte das Verfahren auch rathsam sein trotz pecuniärer Einbusse. Als Beispiele sind anzuführen der Bau auf dem Flötz Oelzweig der Stein-

[126]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 16. B. S. 307.

kohlengrube Gewalt in Westfalen[127]) und auf der Privatsteinkohlengrube Karl Moritz bei Plötz in der preussischen Provinz Sachsen.[128]) Auf beiden Gruben wird das Material zur Mauerung aus dem Dachgebirge, welches zum Theil nachfällt, sowie aus Querschlagsbetrieben entnommen; die Steinpfeiler setzt man entweder geradezu an Stelle der Kohlenpfeilerstücke oder je nach Bedürfniss. Auf Gewalt wendet man solche Pfeiler bis zu 20 Grad Neigung des Flötzes an, steigt dieselbe aber über 10 bis 12 Grad, so haut man das Liegende treppenartig ein, um das Rutschen zu vermeiden; die Pfeiler, deren einer auf eine Fläche von etwa (40 Quadratlachter) 175 Quadratmeter aufgeführt wird, werden nicht unter (4 Quadratlachter) 17,5 Quadratmeter gross genommen und ganz aus groben Wänden sorgfältig aufgeführt, indem man sich nicht mit Umfassungswänden und innerer Versatzung begnügt. Auf Karl Moritz, wo man ein Flötz von (3 Lachter) 6,277 Meter Mächtigkeit abbaut, bedient man sich der Mauerpfeiler von (3 Lachter) 6,277 Meter Breite und (3 bis 5 Lachter) 6,277 bis 10,462 Meter Länge. Dieses Verfahren hat beim Bau unter Wasserläufen immer sein Bedenkliches. Mauern, für welche die Materialien von Tage hereingefördert werden, sind auf dem Quecksilberbergwerk zu Almaden in Spanien[129]) angewendet, wo dies wegen des grossen Werths der Lagerstätte durchführbar ist. Dieselbe hat eine Neigung von 85 Grad, ist selten unter (10 Fuss) 3,139 Meter, oft über (40 Fuss) 12,554 Meter, stellenweise bis (50 Fuss) 15,693 Meter mächtig, die streichende Ausdehnung beträgt (500 bis 600 Fuss) 157 bis 188 Meter; die Erze sind durch die ganze Masse vertheilt und machen ungefähr 10 Procent derselben aus; das Nebengestein ist im Allgemeinen gut und die Masse sehr fest. Die Sohlen sind (70 bis 100 Fuss) 22 bis 31 Meter von einander entfernt angesetzt. Man teuft von der oberen Sohle aus in der ganzen Mächtigkeit etwa (12 Fuss) 3,766 Meter tief ab, schlägt unten einen Bogen aus Bruch- oder Ziegelsteinmauerwerk, welcher seine Widerlager im Nebengestein erhält, und führt auf den Bogen im ganzen Querschnitt gleiches Mauerwerk im Schacht in die Höhe; (12 Fuss) 3,766 Meter von dem ersten entfernt wird ein gleicher Schacht abgeteuft und in derselben Weise ausgefüllt, demnächst wird der zwischen beiden befindliche Pfeiler von Unten nach Oben gewonnen, der dadurch gebildete Raum bleibt aber leer und nur wenn Unterstützung nothwendig ist, wird sie durch einzelne Mauerbogen hergestellt. Ebenso scheinen manche der reichen Gänge in Mexiko und Südamerika gebaut zu werden.

---

[127]) Huyssen: Der Pfeilerbau auf dem Flötz Oelzweig in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 2. B. S. 178.

[128]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 8. A. S. 182.

[129]) Combes a. a. O. II. S. 269. — Klemm: Die Quecksilbergrube von Almaden in berg- u. hüttenm. Zeitg. von Bornemann u. Kerl. Freiberg 1861. S. 417. — Adalbert Nöggerath: Mittheilungen über die Quecksilberbergwerke zu Almaden u. Almadenejos in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 10. B. S. 370.

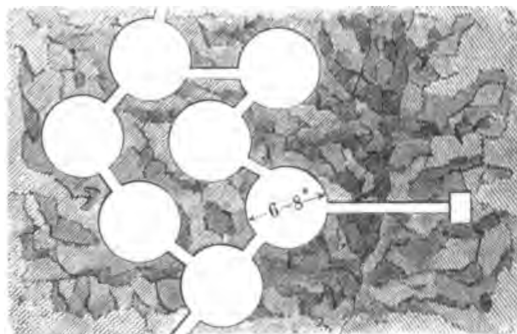
### c. Stockwerks- und Weitungsbau.

Beide Baumethoden haben grosse Aehnlichkeit, sie beziehen sich auf mächtige Gänge und stockförmige Lagerstätten, auf eigentliche Stöcke und Stockwerke und erfordern eine bedeutende Festigkeit in der Substanz der Lagerstätte, da durch sie mehr oder minder grosse offene Räume hergestellt werden.

#### 1. Stockwerksbau.

Der Stockwerksbau tritt dann ein, wenn grosse Theile der Masse oft ganz taub sind, die Bauwürdigkeit aber nie ganz gleichmässig und der Werth überhaupt nicht gross ist, so dass man meistens viel Masse gewinnen muss. Als Beispiel dieser Methode ist das Zwitterstockwerk zu Altenberg in seinen tieferen noch anstehenden Theilen zu erwähnen. In neuerer Zeit ist daselbst ein seigerer Schacht (Römerschacht) zur Ausrichtung abgeteuft, und zwar ausserhalb des Stockwerks, um ihn vor Brüchen sicher zu stellen, für deren nicht zu weites Umsichgreifen man Sorge trägt; man treibt von (10 zu 10 Lachter) 21 zu 21 Meter Querschläge, geht in das Stockwerk, sucht das Beste zu gewinnen und den ganzen Bau durch das Stehenbleibende zu stützen, wozu man wo möglich die tauben Partien auswählt, indem man sich immer gleich den edelsten Punkten zuwendet. Findet man einen solchen, so stellt man — früher durch Feuersetzen, neuerdings nur durch Schiessarbeit — eine Weite her, nicht über (6 bis 7 Lachter) 12,554 bis 14,646 Meter hoch, und geht dann der Bauwürdigkeit folgend nach einer, zwei oder drei Seiten fort, nimmt aber den ganzen Durchmesser der Weite nicht grösser, als (6 bis 8 Lachter) 12,554 bis 16,739 Meter; dann fährt man mit einer Strecke weiter, stellt

Fig. 198.



an einem edlen Punkt eine neue Weite her, die aber jedenfalls von der ersten durch einen Sicherheitspfeiler getrennt bleibt; so verbreiten sich die Strecken und Baue nach allen Richtungen, wie Fig. 198 darstellt. Bei dem später erfolgenden Angriff der (10 Lachter) 21 Meter tieferen Sohle sucht man so weit wie möglich Weite über Weite, Pfeiler über Pfeiler zu

setzen, damit keine zu grossen Brüche entstehen können; zwischen den Weiten zweier Sohlen bleibt ein Mittel von ($1\frac{1}{2}$ bis 2 Lachter) 3,139 bis 4,185 Meter. Die Regelmässigkeit des Baues ist schwer zu erhalten, besser geht dies bei stehenden Stöcken, wo die Mächtigkeit nicht so gross ist und das Streichen ein Anhalten giebt. Brüche bleiben aber auf die Dauer nie aus, wie Altenberg von solchen Katastrophen mehrmals betroffen worden ist.

2. Weitungsbau.

Der Weitungsbau (auch Kammerbau genannt) besitzt mehr Regelmässigkeit; er bezweckt die Gewinnung sehr grosser Massen von bedeutender Standhaftigkeit, die im Ganzen bauwürdig sind und daher möglichst rein ausgewonnen werden müssen. Er wird angewendet auf (3 bis 5 Lachter) 6,277 bis 10,462 Meter und mehr mächtigen Gängen, deren Hangendes und Liegendes hinreichend fest ist, im östlichen Ungarn und in Siebenbürgen statt des dort fast verschwundenen Querbaues, auf Eisensteinlagern am Büchenberge im Harz, auf Eisensteinstöcken in Schweden, im Rammelsberge bei Goslar, auf Steinsalz in Wieliczka und Bochnia, in der Marmarosch und in Siebenbürgen, auf den Bleierzstöcken in Offenbanya und Rodnau; auch in unterirdischen Steinbrüchen mit Preisgeben von Pfeilern im Petersberge bei Maastricht und in den Sandsteinbrüchen von Blankenstein im Königreich Sachsen.

Das Verfahren bietet drei Modificationen: 1. Berge zum Versatz werden aus der Masse ausgehalten oder von Tage hereingebracht, wo dann oft eine gewisse Aehnlichkeit mit dem Querbau entsteht; 2. die gewonnenen Massen bleiben während Herstellung der Weitung so weit aufgesammelt, dass der Hauer darauf fussen kann, sie werden erst später ganz weggefördert; 3. die Weitung wird gleich ganz ausgehauen, wie z. B. bei Steinsalz. Stets ist selbstredend eine grosse Festigkeit in der Substanz der Lagerstätte erforderlich.

Ein Beispiel der ersten Modification liefert der Rammelsberg bei Goslar.[130]) Während die alten Baue wenig planmässig erscheinen, bemüht man sich seit Anfang dieses Jahrhunderts nach einem bestimmten Betriebsplan zu verfahren und so viel wie möglich einen regelmässigen Abbau der Weiten vorzurichten. Aus dem im Nebengestein stehenden Hauptförderschacht werden von (10 zu 10 Lachter) 21 zu 21 Meter neue Querschläge in die Erzmasse getrieben, deren Endpunkt am Liegenden durch einen Wetterschacht mit der nächst höheren Strecke verbunden wird; am Liegenden werden aus den Querschlägen Feldörter, halb im Gestein, halb im Erz getrieben. Die Weiten werden so vorgerichtet, dass sie über zwei Sohlen (20 Lachter) 42 Meter hoch hinweggreifen, um die Schwierigkeiten der

---

[130]) Ahrend: Bergbau am Rammelsberge bei Goslar in berg- u. hüttenm. Zeitg. von C. Hartmann. Freiberg 1854. S. 1 u. flgd. — Kerl: Der Communion-Unterharz. Freiberg 1853. S. 8.

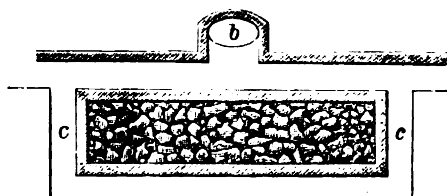
letzten Meter unter dem alten Mann nur einmal für zwei Sohlen zu haben; die Weiten werden etwa (20 bis 24 Lachter) 42 bis 50 Meter lang und so angelegt, dass dazwischen ein Erzmittel von gleicher Länge bleibt; in der nächsten Sohle kommen dann die Weiten unter die Erzmittel der oberen Sohle und nehmen diese mit weg. Uebrigens ist dieser Plan hinsichtlich der Sohlen nicht immer regelmässig verfolgt, die Entfernung beträgt wohl nur ($6^3/_4$ Lachter) 14 Meter seiger (18 Meter flach), was auch davon herrührt, dass eine Weite auf der östlichen Seite 60 bis 80 Jahre zur Gewinnung gebraucht. — Zur Vorrichtung einer Weite sucht man vom Feldorte ab durch Schiessarbeit, sowie durch Feuersetzen in die Höhe, vorzüglich aber in's Hangende zu kommen, indem man zuerst vom Wetterschachte aus Firste und Seite der Strecke nachschiesst und dann, wenn gehörig Raum gewonnen ist, Brände setzt. Die Strecke wird elliptisch ausgemauert, etwa (1 Lachter) 2 Meter vom Stoss entfernt und durch die Länge der Weite eine Mauer aufgeführt (Querprofil a in Fig. 199) und

Fig. 199.




der Raum zwischen Mauer, Strecke und Liegendem mit Bergen ausgefüllt, welche durch einen besonderen Schacht eingehängt werden. Am Liegenden der Strecke, etwa in der Mitte der Weite, wird ein rund oder elliptisch ausgemauerter Rollschacht (b in Fig. 200, Grundriss) hergestellt, welcher

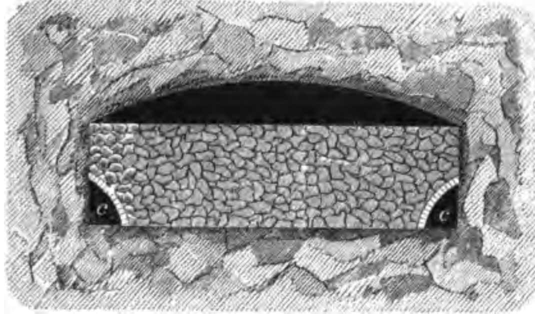
Fig. 200.




mit in die Höhe geführt wird und zur Einbringung der Berge, sowie zur Wetterführung dient; zu beiden Seiten der Weite werden bogenförmig übermauerte Gänge (c in Fig. 200 und Fig. 201, Längendurchschnitt) nachgeführt. Je mehr die Weite gegen das Hangende rückt, legt man

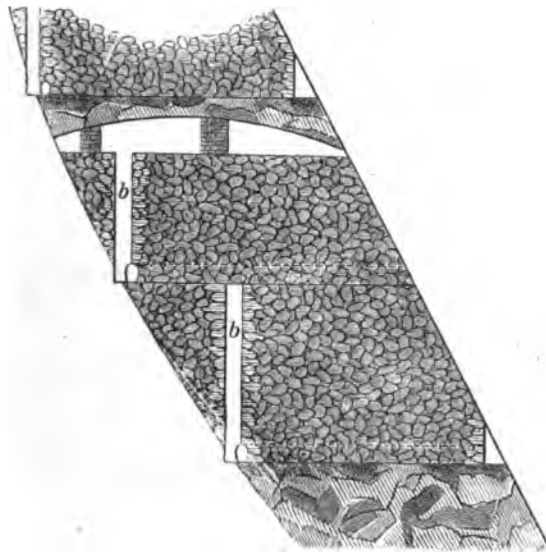
von Meter zu Meter neue Mauern, bis man das Hangende nahe erreicht, dann setzt man die letzte Mauer, so dass oben ein Gang von etwa (1 Lachter) 2 Meter offen bleibt. Bei Erreichung der oberen Strecke wird diese

Fig. 201.




in Mauerung gesetzt, ein neuer Rollschacht darüber vorgerichtet, da der untere b gewöhnlich schon zu weit nach dem Hangenden vorgerückt ist. In der Nähe der oberen alten Weite drückt der alte Mann und das nur noch dünne Erzmittel, weshalb man dann gemauerte Pfeiler von etwa (1 bis $1\frac{1}{2}$ Quadratlachter) 4,378 bis 6,567 Quadratmeter anbringt (Fig. 202);

Fig. 202.

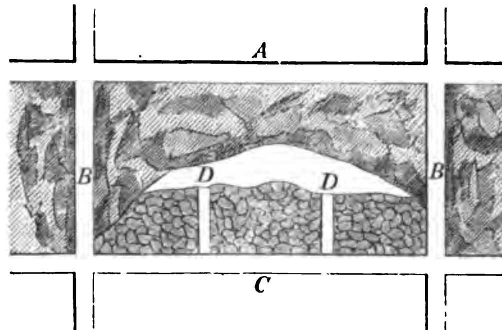



früher liess man auch wohl Erzpfeiler stehen, die aber dem Abbau hinderlich und überall mehr nachtheilig, als vortheilhaft sind. Die letzten Meter zu gewinnen ist schwierig; es gelingt wohl, wenn der Bau darüber alt ist und aus einer Zeit herrührt, wo der Brandstaub noch nicht ausgefördert

wurde, denn dann dauert es wohl 2 bis 3 Wochen, ehe der alte Mann nachfällt. Sonst muss man, wenn die Decke bricht, warten, bis der Bruch sich gesetzt hat und sucht dann das Erzmittel durch Querbau zu gewinnen, was man in der Folge immer thun wird.

Ein Beispiel zur zweiten Modification bildet der Bau auf dem Gange zu Felsöbanya in Ungarn,[131]) welcher durchgängig bauwürdig, aber im Ganzen arm ist; er fällt steil gegen Norden, schwankt in der Mächtigkeit von einigen (Zollen bis 10 Lachter) Centimetern bis 21 Meter; die Gangmasse besteht aus Quarz, Hornstein und Schwerspath mit Bleiglanz und goldhaltigen Kiesen. In älterer Zeit führte man unter Feuersetzen eine obere Strecke A (in Fig. 203 und 204), aus welcher man zwei Schächte

Fig. 203.




BB (10 Klafter) 21 Meter tief, (40 bis 50 Klafter) 84 bis 105 Meter von einander entfernt, abteufte, dieselben wurden unten durch eine Strecke C am Hangenden verbunden; von dieser aus trieb man Querörter. Die Firste wurde demnächst auf einmal hereingenommen, bis der Raum hoch genug

Fig. 204.

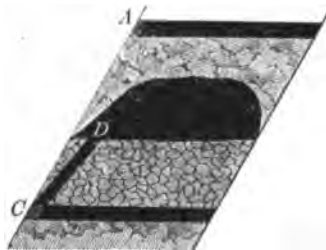
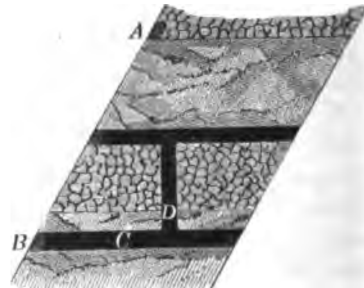



Fig. 205.




war, um die Strecken frei zu machen und mit Zimmerung verwahren zu können, auf diese wurde dann das Gewonnene gestürzt; darauf wurde wieder Feuer gesetzt und so allmälig in die Höhe gegangen. In der Masse

[131]) Cotta: Ueber die Erzlagerstätten in Ungarn u. Siebenbürgen in berg- u. hüttenm. Zeitg. v. Bornemann u. Kerl. Freiberg 1861. S. 82.

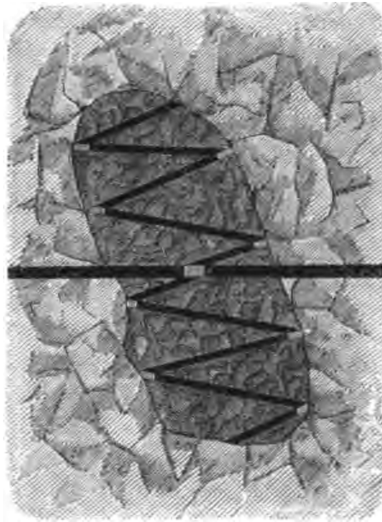
liess man Rollen offen, welche auf die Querörter führten. War man bis zu (1½ Lachter) 3,139 Meter Entfernung unter die obere Strecke A gelangt, so hörte man mit der Gewinnung auf, die Firste ist dann gewölbeartig und steht fest, so dass man nun unten die Massen wegfüllen und fördern konnte, wodurch allmälig grosse offene Räume entstanden. Auf die Dauer sind Brüche gar nicht zu vermeiden, welche auch über Tage sichtbar werden, obschon auch Einsenkungen von dem früheren Tagebau herrühren. Diese Bauweise findet sich jetzt nur noch auf den Gangtrümmern. Sonst geht man zur Zeit mittelst Schiessarbeit und dem sogenannten Säulen- oder Ulmenbau vor. A und B (Fig. 205) sind streichende Strecken am Hangenden, (9 bis 15 Klafter) 19 bis 31 Meter unter einander, von Zeit zu Zeit werden Querörter C bis an's Liegende getrieben, aus denen man mit den Ueberbrechen D in die Höhe geht; über den unteren Strecken B und C lässt man eine Bergfeste von (1 bis 2 Klafter) 2 bis 4 Meter stehen und lenkt darüber von D aus ein streichendes Ort nach beiden Seiten, von welchem man Querörter treibt, so dass man dann die ganze Mächtigkeit mit etwa (20 Klafter) 42 Meter breiten streichenden Strecken wegnehmen kann. Sind diese Säulen ausgehauen, so lässt man das Haufwerk liegen und reisst in gleicher Weise die Firste nach. Unter dem oberen über A befindlichen Werke bleibt eine gewölbte Bergfeste von (2 Lachter) 4 Meter Stärke. Dann lässt man durch Rollen, welche zu beiden Seiten des Ganges offen gehalten sind, das Haufwerk allmälig abrollen, wodurch dann grosse freie Räume entstehen und bedeutende Brüche im Laufe der Zeit unvermeidlich sind. Im ersten Viertel dieses Jahrhunderts wandte man noch den Sohlenulmenbau an, das Umgekehrte des jetzigen Verfahrens, wobei man gleichsam strossenartig vorging im Gegensatz zum jetzigen firstenartigen Bau; dabei entstanden aber schon während des Baues leicht grosse Brüche.

Als Repräsentant der dritten Modification ist der Kammerbau auf dem Steinsalzlager zu Wieliczka[132]) anzusehen. In der Salzablagerung kommen dreierlei Arten von Salzen vor: oben das Grünsalz in einzelnen abgesonderten Putzen und Stöcken (Grünsalzkörpern) von wenigen Kubikfuss bis vielen Kubikklafter Grösse, begleitet und umhüllt von Thon, der auch das Salz selbst durchzieht; in der Mitte das Spizasalz mehr flötzartig gelagert, oft jedoch im Zusammenhange zerrissen, einzelne muldenförmige Partien bildend, oft mehrere Meter mächtig, enthält Sand eingemengt und geht oft vollständig in sandiges Gestein über; unten das Szybiker Salz, welches Mulden und Gabeln bildet, sich oft auf mehr, als

[132]) Zeuschner: Das Salzlager von Wieliczka im neuen Jahrbuch von v. Leonhardt u. Bronn. Jahrg. 1844. S. 513. — Hrdina: Geschichte der Wieliczkaer Saline S. 183. — Beschreibung der Salzgewinnung zu Wieliczka in Tunner, berg- u. hüttenm. Jahrbuch der k. k. Montanlehranstalten zu Leoben u. Přibram. Wien 1867. Bd. 6. S. 150. — Berg- u. hüttenm. Ztg. von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1869. S. 133.

(100 Lachter) 209 Meter Länge erstreckt bei (2 Fuss bis 2 und 3 Lachter) 0,628 bis 4,185 und 6,277 Meter Mächtigkeit, von welcher indess nur bis jetzt (4 Fuss) 1,255 Meter abgebaut werden. Der eigentliche Kammerbau findet nur in den Grünsalzkörpern statt, während die anderen Salze wie gewöhnlich verhauen werden mit Preisgeben von Salzpfeilern. Die Salzkörper werden bei jetzt regelmässig durchgeführter Sohlenbildung mit sogen. Hoffnungs- und Querstrecken aufgesucht und in ihrer Ausdehnung durch hin und her ansteigend oder abfallend getriebene Strecken untersucht, worauf der stets von Oben her und strossenartig geführte Abbau beginnt (Fig. 206), wobei man etwas Grünsalz an der Begränzung stehen

Fig. 206.

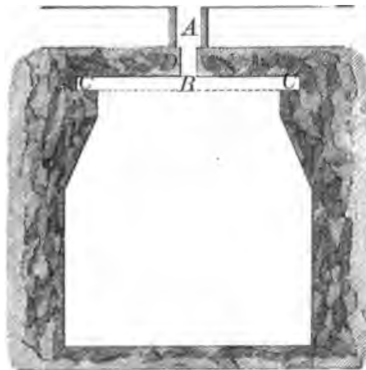


lässt. Die Drosdowice-Kammer ist nach Hrdina (16 Klafter) 33 Meter lang, (12 Klafter) 25 Meter breit, (17 Klafter) 35 Meter hoch, andere sind noch grösser, dennoch ist eine Unterstützung selten nöthig; dieselbe wird alsdann durch scheiterhaufenartig auf einander gethürmte Hölzer mit dazwischen gestürztem Bergeversatz bewirkt, bei nicht bedeutender Höhe baut man Pfeiler aus unreinen Salzstücken mit Versatz in der Mitte auf. Verlassene Baue versetzt man mit Bergen aus den Hoffnungsstrecken, um Gefahr für die darüber liegende Stadt abzuwenden, da früher die Oberfläche gelitten hat, sogar eine Kirche abgetragen werden musste. In den unteren Salzlagern findet Oerterbau statt; im Spizasalz lässt man Pfeiler von (3 bis 5 Klafter) 6 bis 10 Meter Seite stehen, die man nachträglich gewinnt, wenn Versatz möglich ist. Eigenthümlich ist bei der Salzgewinnung das Ablösen des Salzes in Bändern ohne Sprengarbeit, weil ein bestimmtes Format vorgeschrieben ist; solche Bänder haben etwa (10 Fuss) 3,139 Meter Höhe, (4 bis 5 Fuss) 1,255 bis 1,569 Meter Breite, (16 bis

24 Zoll) 0,418 bis 0,628 Meter tiefe horizontale Schräme und verticale Schlitze und werden mit eisernen Keilen unter Zuhilfenahme von Brechstangen abgelöst. Balvanen sind tonnenförmige Salzstücke, (33 Zoll) 0,863 Meter lang, in der Mitte (18 Zoll) 0,471 Meter, an den Enden (16 Zoll) 0,419 Meter im Durchmesser, (330 österreichische Pfund) 185 Kilogramme schwer; Formalsteine sind parallelepipedisch (19 Zoll) 0,497 Meter lang, (10 Zoll) 0,262 Meter breit, (4 Zoll) 0,105 Meter hoch, (90 Pfund) 50 Kilogramme schwer, Naturalstücke ohne bestimmte Form (50 Pfund) 28 Kilogramme schwer, Minuzien sind die kleinen Stücke und werden in Fässer verpackt.

Hierhin gehört auch der Bau auf Steinsalz in der Marmarosch und in Siebenbürgen[133]), wo das Lager bis (70 Klafter) 146 Meter und mehr mächtig ist, fast zu Tage ausgeht oder nur von einer (3 bis 30 Klafter) 6 bis 63 Meter mächtigen Decke von Salzthon und Sandstein überlagert ist. Wo möglich treibt man immer einen Stolln bis in den Kopf des Salzes, welcher das Wasser von der Tagesoberfläche aufnimmt. In älterer Zeit führte man Glockenbau. Man teufte einen Förderschacht, daneben einen Fahrschacht bis in das Salz ab, wobei man die Wasser in den Stössen abfing; wenn man das Salz erreicht hat, vertieft man die Schächte noch einige Klafter im Salze, welche als Himmel stehen bleiben und erweitert sich nun strossenförmig nach unten, (60 bis 80 Klafter) 125 bis 167 Meter tief oder so lange noch Salz ansteht, doch lässt man wegen des wasserführenden Grundgebirges am Boden etwas Salz anstehen; der grösste Durchmesser des so entstehenden flaschenförmigen Raumes, in

Fig. 207.




dessen Mitte die Fahrt frei herabhängt, betrug bis (150 Fuss) 47 Meter. Jetzt wendet man Kammerbau mit parallelepipedischen Räumen an, deren kurze Seite stets im Streichen der etwaigen Salzablösungen gestellt wird, weil auch hier nur Formsalz erzeugt, das Kleinsalz aber oft über die Halde geworfen wird. Es wird ein Schacht A (in Fig. 207) bis auf das

[133]) Karsten: Salinenkunde B. I. S. 504.

reine Steinsalz abgeteuft, findet man nur unreines, so untersucht man mit einer Strecke, von deren Aufschluss es abhängt, ob man den Bau verfolgt oder einen neuen Schacht abteuft; den Schacht bringt man (6 Klafter) 12,554 Meter durch derbes Salz, welches in dieser Mächtigkeit anstehen bleibt; demnächst wird eine Strecke B (40 Fuss) 12,554 Meter breit, (8 Fuss) 2,511 Meter hoch in der Länge getrieben, welche die Kammer erhalten soll, die meist (100 Klafter) 209 Meter lang genommen wird; dann findet schmales Niedergehen in der Sohle der Strecke statt, so dass auf beiden Seiten (3 bis 5 Fuss) 0,942 bis 1,569 Meter breite Galerien C entstehen, demnächst verhaut man die langen Stösse unter Winkel von 60 Grad, während die kurzen seiger bleiben; sobald die Kammer (8 bis 12 Klafter) 16 bis 25 Meter Breite erlangt hat, werden auch die langen Stösse seiger geführt. Die Sohle wird mit Rücksicht auf die Darstellung von Formalsteinen bänderartig geführt. Vor Erreichung des Grundgebirges bleibt zur Abhaltung der Wasser aus demselben Salz stehen; vom Schachte werden die Wasser durch Circumferentialstolln abgehalten, ausserdem wird zum Abfangen der Wasser im Schachte Zimmerung angebracht, welche auf einer Salzbrust ruht, das untere Joch legt man auf Keile, dazwischen Ochsenhäute, welche in den Schacht hineinhängen, das Wasser auffangen und in die Gerinne leiten. Wenn eine Kammer abgebaut ist, so fängt man (6 Klafter) 12,554 Meter davon eine neue an, der Zwischenpfeiler bleibt stehen. Trotz dieser Vorsichtsmassregel können grosse Tagebrüche nicht ausbleiben, weshalb die Oberfläche durch Umzäunungen geschützt werden muss. Man macht übrigens lieber mehre kleinere, als zu grosse Kammern, da durch längeren Betrieb das Salz verdirbt.

### *d.* Bruchbau.

#### 1. Etagenbruchbau.

Der Etagenbruchbau dient für mächtige, steil aufgerichtete Stöcke und Lager, deren Masse nicht mehr genug Zusammenhang besitzt, um grosse Weitungen zu gestatten; er hat in mancher Beziehung Aehnlichkeit mit dem Pfeilerbau insofern, als man Oerter treibt und nachher die zwischenliegenden Pfeiler nebst der Firste, welche gegen die höhere Etage in den Oertern stehen geblieben ist, gewinnt. In der Ausführung hat man zwei Modificationen:

1. ob man die Oerter streichend, wie bei plattenförmigen Lagerstätten, oder quer treibt; das Letztere wird im Allgemeinen besser sein, weil man mehr Gewinnungspunkte und weniger lange Oerter erhält und empfiehlt sich namentlich bei gebrächer Substanz;

2. ob man durch den Oerterbetrieb absichtlich den Bruch der höheren Massen herbeiführt und diese dann durch neue Oerter gewinnt, wo er dann in den eigentlichen Bruchbau übergeht.

Vom Pfeilerbau unterscheidet sich die Baumethode insofern, als hier

die Pfeiler nicht zwischen Dach und Sohle stehen, sondern die Lagerstätte selbst gewissermassen als Begränzung dient.

Beispiele für diese Bauweise sind zahlreich, wie auf dem Spatheisensteinstock zu Müsen, auf vielen Galmeistöcken, auf dem Alaunschieferlager im Maasthale, auf dem Anthracitvorkommen zu La Mure.

Der Stahlberg bei Müsen.[134]) Die Lagerstätte ist durchschnittlich (12 Lachter) 25 Meter mächtig, streicht im Allgemeinen von Osten nach Westen, wird westlich durch eine Verwerfung „den faulen Stuff" abgeschnitten und ist östlich zertrümmert. Ueber dem Stahlberger Stolln sind 10 Etagen gebildet, deren Sohlen (5 Lachter) 10,462 Meter von einander entfernt sind, und deren unterste der Stolln selbst ist; eine Tiefbausohle liegt (15 Lachter) 31,385 Meter darunter. Man treibt streichende Oerter von ($2\frac{1}{2}$ Lachter) 5,230 Meter Weite und Höhe, so dass ($2\frac{1}{2}$ Lachter) 5,230 Meter an der Firste anstehen bleiben, dazwischen stehen unregelmässig und von verschiedener Stärke die Pfeiler; gelangt man mit den Oertern an die Zertrümmerung, so beginnt das Hereinhauen der Firste unter gleichzeitiger Gewinnung der Pfeiler. Diese Arbeit ist sehr schwierig und gefährlich, da über der ganzen Firste alter Mann liegt. Ein Lachter rückwärts vom Ortsstoss wird eine Wand von Bergen aufgeführt und nun definitiv die Firste durch Schiessarbeit, wozu man lange Bohrstangen hat, hereingebracht, der Stoss wird dabei stets den rechtwinkelig durch das Streichen stehenden Klüften parallel gehalten. Das Gewonnene füllt sich hinter der Mauer, die dadurch immer höher steigt; dann wird eine zweite Mauer gesetzt, endlich eine dritte, bis die Firste mit den darauf ruhenden Bergen aus der oberen Etage zum Durchbruch kommt; aus den Bergen sucht man so viel wie möglich Spatheisenstein herauszuziehen. In solcher Weise geht man rückwärts bis zum Schachte fort. Gelangt man bei der Gewinnung der Firste an den Pfeiler, so ist dieser mitzugewinnen, was, wenn man nur zwei Strecken, also nur einen Pfeiler hat, in der Weise geschieht, dass man den Pfeiler durch Querbetriebe der Länge und Breite nach schwächt, bis er ganz weggenommen ist; sind mehre Strecken vorhanden, so muss man den Pfeiler in mehren Streifen nach einander gewinnen. Wenn ein Pfeiler sehr brüchig ist, so umhüllt man ihn mit Bergen, welche die Firste tragen, geht dann durch die Berge zu dem Pfeiler hindurch und gewinnt diesen in concentrischen Schichten. Für die Tiefbausohle ist Querbau projectirt.

Der Alaunschiefer im Maasthale,[135]) im Kohlenkalk lagernd, ist 16 bis 18 Meter mächtig und hat 70 bis 80 Grad Neigung; er wird in 5 bis 6 Meter hohen Etagen von Oben nach Unten abgebaut. Es wird ein Schacht am Ausgehenden in's Liegende niedergebracht, von hier aus

[134]) Adalbert Nöggerath: Die Grube Stahlberg b. Müsen in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 11. B. S. 63.

[135]) Combes a. a. O. II. 285.

in der Etagensohle ein Querschlag zum Hangenden getrieben und am Liegenden eine ausgezimmerte streichende Strecke zu jeder Seite des Querschlags 120 Meter lang aufgefahren; ausserdem führt man wohl noch 2 parallele Strecken in der Mitte und am Hangenden der Lagerstätte in den weicheren Schieferlagen; alle drei Strecken werden durch Querbetriebe verbunden. Aus den Strecken, mit Ausnahme aus der am Liegenden, nimmt man von Hinten nach Vorn die Zimmerung heraus und erwartet den Bruch, während man eine tiefere Etage vorrichtet: demnächst treibt man in die Bruchmasse von Neuem aus der liegenden Strecke verzimmerte Querörter, die man wieder zu Bruche wirft und nach einiger Zeit nochmals eröffnet.

Das Anthracitvorkommen von La Mure[136]) ist steil geneigt, 5 bis 12 Meter mächtig und wird in Etagen von $4\frac{1}{2}$ bis 5 Meter Höhe gewonnen. Am Hangenden und Liegenden werden streichende Strecken getrieben und diese alle 10 Meter durch Querörter verbunden, sie erhalten 2 Meter Höhe, so dass in der Firste $2\frac{1}{2}$ bis 3 Meter Anthracitmasse hängen bleiben. Der Abbau beginnt am äussersten Ende, indem man in dem von 2 Querörtern gebildeten Pfeiler eine neue Querstrecke treibt, so dass ein 1 bis $1\frac{1}{2}$ Meter breiter Streifen gegen den seitlichen Bruch stehen bleibt, diesen durchbricht man mit etwa 1 Meter breiten Strecken, so dass nur noch kleine quadratische Pfeilerstücke von $\frac{1}{2}$ bis 1 Meter Seite, je nach der Festigkeit des Anthracits, zurückbleiben. Dann greift man die Firste mit der Keilhaue an, wobei die Arbeiter auf Bergen oder dem zurückbleibenden Grus stehen; man nimmt nur 2 bis $2\frac{1}{2}$ Quadratmeter Fläche in Gewinnung. Indem man in den oberen Bruch schlägt, rollen die Berge aus demselben herein, welche man durch Mauern zurückhält, die quer durch die Strecken gehen und auf die noch anstehenden Pfeiler gestützt sind. Ist man in solcher Weise 40 bis 50 Meter von Hinten nach Vorn vorgedrungen, so kann man beginnen, die nächst tiefere Etage abzupfeilern.

### 2. Eigentlicher Bruchbau.

Der Bruchbau ist kaum eine besondere Baumethode, zumal der Etagenbau in ihn übergeht; er ist eigentlich der Bau in gebrochenen Massen; oft wird auch dagegen die beschriebene Gewinnung der Braunkohle als Bruchbau bezeichnet, sogar das Hereinbrechen der angebauten Firstenkohle bei mächtigen Steinkohlenflötzen, welches nach dem Rauben der Zimmerung erfolgt. Der Bruchbau kommt unter Anderem in dem Stockwerke zu Altenberg vor.

Man hat hier mit zufälligem und absichtlichem Bruch in zerrütteten Massen zu thun, die meist Folge vorausgegangener Stockwerks- und Weitungsbaue in mächtigen Lagerstätten sind; derartige Massen können

[136]) Ebenda. S. 239. — Annales des mines. 3. Série, tome 9. pag. 427.

nur durch Bruchbau und Abtreibearbeit gewonnen werden. Plinius beschreibt spanischen Goldbergbau als Bruchbau.[137])

Man unterscheidet wohl stehenden Bruch, wobei die Masse noch die ursprüngliche Stellung einnimmt und nur durch Spalten und Klüfte in Folge des Brechens zerrissen ist, und lebendigen Bruch, wo die Masse, in einzelne Stücke getrennt, sich nicht mehr in ursprünglicher Stellung befindet, und wobei wegen der anzubringenden Unterstützung viel schwerer fortzukommen ist.

Der regelmässige Bruchbau, wie im Altenberge, darf nur in der tiefsten Sohle beginnen. Von einem Punkte ausserhalb, wo noch festes Gestein ansteht, treibt man eine Strecke (Bruchort) in ganz willkürlicher Richtung vor und sucht bauwürdige Massen auf; das Bruchort wird, wenn die gebrochenen Massen erreicht sind, mit Abtreibezimmerung getrieben und wird zu einem sogenannten Schubort, wenn man bauwürdige Massen erreicht hat, welche man dann hereinrollen lässt; dabei muss man Sorge tragen, dass keine hohlen Räume bleiben, am wenigsten über der Zimmerung. Oft steht ein Schubort im Altenberge 10 bis 12 Jahre; wenn das Nachrollen aufhört, geht man weiter vorwärts.

Im stehenden Bruch braucht die Zimmerung nicht so fest zu sein, auch kommt darin Schlägel- und Eisenarbeit, selbst Feuersetzen zur Anwendung, doch umgeht man den Angriff auf zu grosse Massen, damit der Bruch nicht zu lebendig wird.

Auf einem (7 bis 10 Fuss) 2,197 bis 3,139 Meter mächtigen Braunkohlenflötze auf der Haardt bei Bonn,[138]) welches ein (2 bis 2½ Fuss) 0,628 bis 0,785 Meter mächtiges Dach von Alaunschiefer hat, findet eine Art Bruchbau statt. Man bildet Pfeiler von (5 Lachter) 10,462 Meter Seite durch (5 Fuss) 1,569 Meter hohe Strecken ohne Zimmerung und lässt das Ganze 6 bis 8 Jahre stehen, worauf der Rest der Kohle hereinbricht und wegen seiner weichen Beschaffenheit den ausgewonnen Raum fast ganz wieder zufüllt; die hereingebrochenen Massen werden durch Bruchbau gewonnen. Nach ferneren 8 bis 9 Jahren ist auch das Dach gefallen, so dass auch diese Massen durch abermaligen Bruchbau gewonnen werden können. In den beiden letzten Perioden ist natürlich Abtreibezimmerung anzuwenden. Fast zwei Drittel der Masse gehen bei diesem Bau verloren.

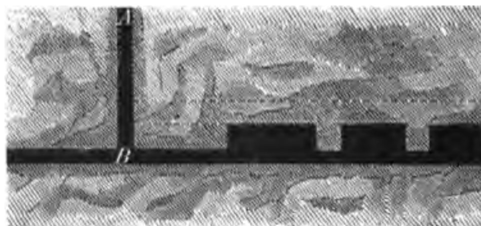
Auch auf alten Steinkohlenpfeilern findet Bruchbau statt, wo man ihn Stoppelbau nennt.

Dem Bruchbau zu vergleichen ist der Kuttbau im sächsischen Obergebirge, welcher neben Eisensteingängen in aufgelöstem, zersetztem, (3 bis 6 Lachter) 6,277 bis 12,554 Meter weit mit Eisensteinknoten durchzogenen Granit geführt wird. Vom Gange aus geht man mit einem Querorte A

[137]) Karsten: Metallurgie. Bd. 1. S. 41.
[138]) v. Dechen: in Karsten's Archiv 1831. Bd. 3. S. 526.

(Fig. 208) in den Granit, treibt eine streichende Strecke B mit Zimmerung, erweitert dieselbe bruchweise nach einer Seite und geht, indem man kleine Pfeiler stehen lässt; bis A zurück; von hier aus treibt man

Fig. 208.



eine neue Weite in ganz gleicher Weise u. s. f. Später greift man den Theil darüber an, indem man neue Zimmerung auf die unten stehen gebliebene setzt, wodurch grosse Holzverschwendung entsteht.

### III. Besondere Abbaumethoden.

#### a. Tummelbau.[139])

Der Tummelbau ist bekannt bei der Braunkohlengewinnung in der Rheinprovinz, speciell im Brühler Revier und auf der rechten Rheinseite am nördlichen Rande des Siebengebirges. Es ist nur ein Lager, aber mit vielen Unterbrechungen bekannt. Vorwaltend ist feinerdige Braunkohle, aber auch feste gemeine Braunkohle (Knabben) kommt vor, so wie bituminöses Holz; Aschgrund ist eine mit vielem Thon gemengte Braunkohle, die nur in grossen Massen brennt. Die Oberfläche des Lagers ist sehr uneben durch Furchen, Risse, Auswaschungen, welche mit dem Deckgebirge erfüllt sind. Die Mächtigkeit schwankt in den verschiedenen Grubengebieten zwischen (12 und 30 Fuss) 3,766 bis 9,416 Meter, (26 und 49 Fuss) 8,160 und 15,379 Meter und steigt bis (52) 16,320, ja bis (70 Fuss) 21,970 Meter; das Obergebirge ist (8 bis 12 Fuss) 2,511 bis 3,766 Meter, (24 bis 45 Fuss) 7,533 bis 14,123 Meter mächtig, an einzelnen Stellen sogar bei (60 und 70 Fuss) 18,831 und 21,970 Meter nicht durchörtert. Das Deckgebirge ist meist ohne Wasser, auch ein Theil des Braunkohlenlagers, gewöhnlich aber liegt der natürliche Wasserspiegel über dessen Sohle. Daher liegt der Tummelbau gewöhnlich über dem natürlichen Wasserspiegel, oder auch über Stolln und Röschen, aber nnr ausnahmsweise die Sohle des Lagers erreichend, so dass in der Regel (20 bis 30 Fuss) 6,277 bis 9,416 Meter der Mächtigkeit gewonnen werden, selten nur (15 bis 20 Fuss) 4,708 bis 6,277 Meter, noch seltener über (30 Fuss) 9,416 Meter, niemals über (40 Fuss) 12,554 Meter.

139) v. Dechen a. a. O. S. 496.

Die Schächte erhalten je nach der Mächtigkeit des Deckgebirges eine Tiefe von (7½ bis 16 Lachter) 15,693 bis 33,478 Meter, die meisten (8 bis 12 Lachter) 16,739 bis 25,108 Meter; wo keine Stolln vorhanden, werden wegen der Wetterführung 2 Schächte, (4 bis 5 Lachter) 8,369 bis 10,462 Meter von einander entfernt, abgeteuft, trotzdem zeigt sich im Sommer Wetterstockung, zumal die trockne Kohle eine Zersetzung mit eigenthümlichem Geruch und Wärmeentwickelung erleidet, wodurch schon Grubenbrände entstanden sind. Die Schachtfelder erhalten eine Ausdehnung von höchstens (40 Lachter) 84 Meter, die Strecken eine Weite von (3 bis 3½ Fuss) 0,942 bis 1,099 Meter, eine Höhe von (6 Fuss) 1,883 Meter; in festen Lagen erhöht man diese Dimensionen auf (5 und 8 Fuss) 1,569 und 2,511 Meter und giebt den Strecken eine Spitzbogenform. Vom Schachte aus wird eine Hauptstrecke geführt, von dieser aus Abbaustrecken (Splisse), aus denen von rückwärtsher der Abbau beginnt, indem Seitenstösse und Firste der Strecke kreis- und bogenförmig ausgehauen werden, später bearbeitet man nur die Stösse, weil schon durch die Erweiterung allein die Firstenkohle hereinbricht; hiermit wird das Obergebirge erreicht, welches nun hereinrollt und den Tummel ausfüllt.

Die Tummel erhalten durchschnittlich (3 Lachter) 6,277 Meter Durchmesser; zwischen je zwei Tummeln bleibt ein Pfeiler von (2 bis 6 Fuss) 0,628 bis 1,883 Meter stehen, doch darf man sich den Schächten nur höchstens auf (2 Lachter) 4,185 Meter nähern. Der nächste Tummel darf immer erst in Angriff genommen werden, wenn der vorhergehende gegangen ist. Der Verlust an Kohle wird auf 44 bis 64 Procent berechnet. Im Sommer ruht die Arbeit, weil alsdann das Formen der gewonnenen erdigen Braunkohle stattfindet.

Durch eine Verordnung des Oberbergamts zu Bonn vom 9. April 1836[140]) sollte die fortgesetzte Anwendung des Tummelbaues verboten werden, die gewährte dreijährige Frist zur Einstellung der Tummelbetriebe ist aber bei Weitem nicht inne gehalten worden und noch in neuerer Zeit bedienten sich Grubenbesitzer derselben; sonst ist im Allgemeinen jetzt die Baumethode, wie auf den Braunkohlengruben in der Provinz Sachsen, eingeführt.

### *b.* Kuhlenbau.[141])

Der Kuhlenbau ist eine Art Tagebau auf Braunkohlenablagerungen im Brühler Revier, gewissermassen mit sehr weiten Schächten von (12 bis 16 Quadratfuss) 1,182 bis 1,576 Quadratmeter Fläche. Früher hatte man seigere Stösse im Deckgebirge, jetzt sind Böschungen von 45 Grad Neigung und ein Rand (Berme, Banket) von (3 Fuss) 0,942 Meter vorgeschrieben; der Abraum aus einer neuen Kuhle wird in die vorhergehende gestürzt.

---

[140]) Dr. Achenbach: Die Bergpolizeivorschriften des rheinischen Hauptbergdistricts. Köln 1859. S. 88.

[141]) v. Dechen a. a. O. S. 466.

Zwischen zwei Kuhlen bleiben, wenn sie (20 bis 30 Fuss) 6,277 bis 9,416 Meter im Kohlenlager niedergehen, Pfeiler von (3 Fuss) 0,942 Meter, bei tieferen Kuhlen von (4 Fuss) 1,255 Meter stehen, und man nimmt sie bei sehr druckhaftem Obergebirge sogar (6 Fuss) 1,883 Meter. In der Regel hat jede Kuhle 2 Stösse gegen das noch feste Feld. Zimmerung ist selten nöthig und besteht nur in Spreizen, da die Kuhle rasch ausgewonnen wird. Die Wände sucht man durch nieschenförmige Aushiebe zum Theil zu rauben, man haut aber nie ganz durch in die benachbarten Kuhlen; nachdem man die unteren (5 bis 6 Fuss) 1,569 bis 1,883 Meter in solcher Weise gewonnen hat, wird der Raum von der Nachbarkuhle her verstürzt, um dann in gleicher Art die höheren Partien zu gewinnen. Der Verlust berechnet sich auf etwa 54 Procent.

Diese wenig rationelle Bauweise wird mehr und mehr durch regelmässigen Tagebau verdrängt.[142])

### c. Duckelbau.

Der Duckelbau ist eine Gewinnung allein durch kleine Schächte, welche auf die Lagerstätte abgeteuft werden (Duckel, Reifenschächte), und von welchen man so weit wie möglich das Lager zu gewinnen sucht; hört die Möglichkeit auf, so bringt man in einiger Entfernung einen neuen Duckel nieder. Diese Methode wendet man auf unregelmässig vorkommende Lagerstätten besonders an, indem man den Duckel verlässt, wenn er Bauwürdiges nicht erreicht hat; er findet sich auf Raseneisenstein, Brauneisenstein in der Eifel, Thoneisenstein in Oberschlesien, Gold in Nubien, Bleiglanz in Spanien und wird meist von ungeübten Bergleuten betrieben.

### d. Abbau von Putzenwerken.

Die Putzenwerke, welche gewonnen werden sollen, sind Ablagerungen von Thoneisenstein, Brauneisenstein, Bleiglanz u. s. w. in Hohlräumen, welche indess selten von diesen Massen allein ausgefüllt sind. Man teuft einen Schacht bis in das Grundgebirge ab, um die Tiefe der Putzen zu erfahren, da die Gewinnung am besten von Unten nach Oben erfolgt. Vom Schachte aus treibt man Oerter, mit denen man Gestalt und Mächtigkeit der einzelnen Räume untersucht, die man dann abbaut und zwar pfeiler-, strossen-, firsten-artig, je nachdem es für den einzelnen Fall zweckmässig erscheint. Wenn ein Stück abgebaut ist, lässt man das Nebengestein zusammenbrechen. Dabei geht man von der Peripherie nach der Mitte, lässt aber um den Schacht herum einen Sicherheitspfeiler unberührt. Zuweilen untersucht man die Peripherie ringsherum durch Oerter, weil sich dort oft ausgefüllte Spalten finden, welche mit den Hohlräumen in Verbindung stehen.

Wenn man mit den Bauen oben angelangt ist, steht das Ganze im Bruch.

[142]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 8. A. S. 180.

### IV. Sinkwerke.[143])

Die Sinkwerke sind Auslaugevorrichtungen des salzführenden Gebirges unter Tage. Sie sind hervorgegangen aus dem ältesten Verfahren, wonach man von Tage aus eine Grube oder Cisterne in dem Salzthon ausgrub und mit Wasser füllte, welches nach erfolgter Sättigung ausgeschöpft und versotten wurde; hiermit scheint man ziemlich tief niedergegangen zu sein, wie das bei den Grubenarbeiten in oberen Sohlen getroffene Heidengebirge beweist.

Im Allgemeinen kann man sich ein Sinkwerk vorstellen als einen mit Soole gefüllten unterirdischen, durch einen Damm (Wehr) geschlossenen Teich, welcher einerseits mit Vorrichtungen zum Ablassen der Soole, andrerseits zur Zuführung süsser Wasser von Oben her versehen ist, was ein höheres Niveau über dem Sinkwerk nothwendig macht. Der Sinkwerksbetrieb ist jetzt überall mit einer regelmässigen Sohlenbildung durch Stolln (Berge) verbunden, welche in Oesterreich etwa (20 Klafter) 40 Meter seiger unter einander angelegt werden und ein starkes Ansteigen, bis $^1/_{30}$, erhalten. Man baut von Oben nach Unten ab, d. h. die oberen Sohlen zuerst, während natürlich jedes Sinkwerk für sich von Unten nach Oben vorschreitet; eben so geht man in jeder Abtheilung von Hinten nach Vorn, indem die äussersten Mittel zuerst ausgenutzt werden.

Die Stellung der Werke zu einander war früher ganz unregelmässig, später stellte man sie schachbrettartig, wobei aber die Bergfesten keinen Halt hatten, jetzt legt man sie meist unter einander an, wobei die Bergfesten zwischen zwei Werken, wenn sich die ausgelaugten (ausgesottenen) Massen (der Laist) gesetzt haben, durch neue Werke fast vollständig gewonnen werden können.

Hinsichtlich der Gestalt der Werke ist zu bemerken, dass der Natur der Sache nach schräg ansteigende Seitenwände entstehen, theils weil das Wasser während des Füllens vorzugsweise an den Wänden (Ulmen) frisst und erst später an der Decke (Himmel), theils weil sich auch nachher das Wasser nicht immer am Himmel halten lässt: je reicher das Gebirge, desto spitzer, je ärmer, desto mehr dem rechten Winkel genähert bilden sich die Ulmen; in den Salzkammergütern machen sie im Maximum einen Winkel von 40 Grad. Hierauf ist bei der Anlage der Werke Rücksicht zu nehmen, weil sich zwei benachbarte Werke oben nähern.

---

[143]) Karsten: Metallurgische Reise 1821. S. 82. — Karsten: Lehrbuch der Salinenkunde 1847. Bd. 2. S. 405. — Kopf: Beschreibung des Salzbergbaues zu Hall in Tyrol in Karsten u. v. Dechen, Archiv. Bd. 15. S. 425. Auch besonders abgedruckt. — Huyssen: Der Salzbergbau und Salinenbetrieb in Oesterreich, Steiermark u. Salzburg in Zeitschrift f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 2. B. S. 1. — Hailer: Der Salzbergbau zu Berchtesgaden, ebenda. Bd. 4. B. S. 29. — Miller: Der süddeutsche Salzbergbau in Tunner, berg- u. hüttenm. Jahrbuch. Wien 1853. Bd. 3. S. 15. — v. Schwind: Die Verwässerung des Haselgebirges in Kraus Jahrb. f. d. Berg- u. Hüttenmann des österr. Kaiserstaates 1854. S. 3.

Die Form der Werke ist verschieden, bald rechteckig, bald elliptisch, am besten ist die Kreisform.

Auch die ersten Dimensionen sind bei der Anlage in Erwägung zu ziehen und werden bedingt durch die Festigkeit des Himmels, welcher nicht zu Bruche gehen, sondern nur ganz allmälig in Folge der Auslaugung in die Höhe wandern darf, wobei das Ausgelaugte, der Laist, herabfällt und eben so allmälig die Sohle erhöht. Die normale Entfernung zwischen Sohle und Himmel ist ungefähr (7 bis 8 Fuss) 2,197 bis 2,511 Meter, die man nach jedem Ablassen der Soole wieder herstellt, entweder durch Einebnen des Laistes oder durch Herausfördern desselben oder durch Zustürzen. Die Weite der Werke ist verschieden z. B. in Ischl macht man sie anfänglich (16 bis 20 Klafter) 33 bis 42 Meter und erweitert sie auf (30 Klafter) 63 Meter, auch legt man je zwei Werke 63 Meter von einander entfernt.

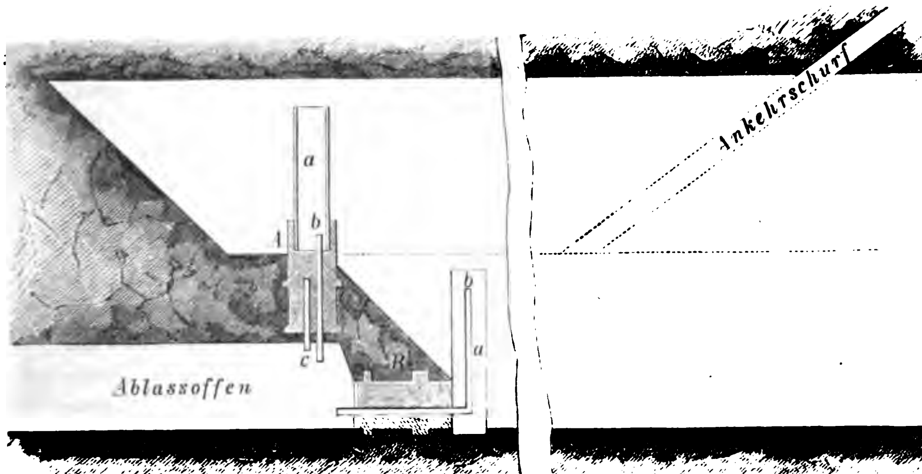
Die Vorrichtung, die Veröffnung der Werke erfolgt durch eine Strecke von der Stollnsohle aus, gegen welche man andere Strecken rechtwinkelig und parallel aufführt; die Frage, ob es zweckmässiger ist, durch sich kreuzende oder lediglich durch parallele Strecken zu veröffnen, beantwortet v. Schwind[114]) zu Gunsten der letzteren Methode. Von der ersten Veröffnungsstrecke bleibt ein Stück frei zur Anlage des Dammes oder Wehres. Die süssen Wasser zur Auflösung führt man gewöhnlich aus der oberen Sohle durch einen abfallenden Betrieb (Ankehrschurf) zu und nennt das Füllen des veröffneten Werkes mit Wasser das Ankehren; die Wasser sind entweder Selbstwasser, d. h. in dem oberen Stolln aufgefangene oder vom Tage herein geleitet und werden in beiden Fällen durch Röhrenfahrten dem Werke zugeführt. Der Ankehrschurf liegt gewöhnlich an der dem Damme entgegengesetzten Seite des Werkes, auch wohl mehr der Mitte zu. Der Zufluss der Wasser wird täglich regulirt, um stets der Auflösung zu folgen. Je nach der Construction des Wehres ist auch wohl noch ein blindes seigeres Abteufen, als Säuberungsrolle, erforderlich, um ohne Zerstörung der Verdämmung zum Werke gelangen zu können.

Die Construction der Wehre ist sehr mannigfaltig, man hat stehende oder liegende, auch, wie in Berchtesgaden, eine Verbindung beider. Material zu den Wehren liefert der aus dem Werke ausgeschlagene Thon oder Laist, wofür man die reinsten Massen aussucht, zu Kugeln schlägt und zu dem Verdämmungsplatze transportirt, oder man nimmt auch gewöhnlichen Letten, der aber stets mit gesättigter Soole angefeuchtet wird, da erfahrungsmässig mit Wasser gemengter Letten nicht der Soole widersteht. Ausser der Verdämmung ist Zimmerung erforderlich, um das Verdämmungsmaterial zu halten. Durch den Dammverschluss werden die zum Ablassen der Soole nöthigen, mit Hahnverschluss versehenen Röhren gelegt.

[114]) v. Schwind in österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Jahrg. 1863. S. 154.

Am besten ist dies Alles beim Berchtesgadener Wehr zu übersehen (Fig. 209). Dies ist ein liegendes Wehr (Ebenwehr) B für den unteren Theil des Werkes, ein stehendes (Rollwehr) A für die oberen zwei Drittel des Werkes. Die Ablassrohre bb münden in den Abseihekasten aa, welcher zur Abklärung der Soole dient, oben bedeckt, allmälig mit

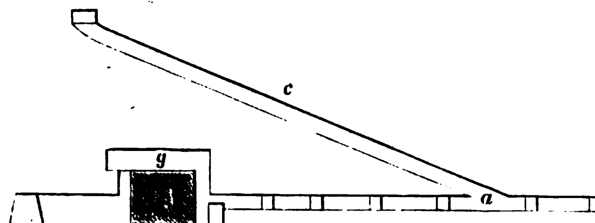
Fig. 209.




dem Aufsieden des Werkes aufgezimmert, auch mit Fahrten ausgerüstet wird; an den Seiten wird er wohl mit eingebohrten Löchern versehen, übrigens aber in ganzer Schrotzimmerung hergestellt. Besondere Säuberrollen c sind an dem Rollwehr angebracht, um das Ziehen des Laists in die Höhe zu vermeiden.

Eigenthümlich ist das Dürrenberger oder Halleiner Wehr Fig. 210 und 211, in welchen ein eben veröffnetes Werk dargestellt ist. Das Wehr

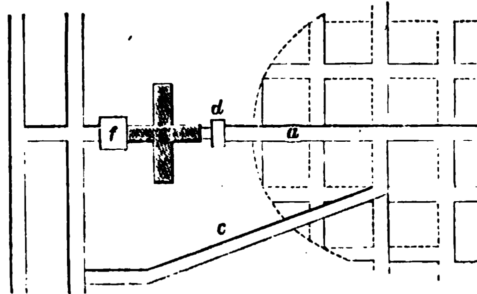
Fig. 210.




gestattet stets den Zugang zum Werke und wird allmälig mit dem Aufsieden erhöht. - Von der unteren Strecke a aus ist das Werk eröffnet, aus der oberen Strecke b führt der Ankehrschurf c in das Werk, der Damm e wird stets höher, als der Werkshimmel gehalten, vom Abseihekasten f führen Ablassrohre durch den Damm, die man aber mit dem Aufsteigen

des Werkes immer höher legen kann, so dass die Soole weniger verunreinigt wird; neben dem Damm ist die Säuberrolle d angebracht, zu welcher man beim Säubern im Niveau der Werkssohle durchbricht; über

Fig. 211.




dem Damm bleibt ein Raum g offen, durch den man jederzeit zum Wehre gelangen kann. Dieses ist ein wesentlicher Vortheil der Wehranlage, wie sie überhaupt viele Vorzüge hat, welche, obwohl das Wehr in seiner ursprünglichen Anlage am theuersten ist, doch im weiteren Betrieb und in der Unterhaltung dasselbe am billigsten machen, so dass das Dürrenberger Wehr im Salzkammergut immer häufiger angewendet ist.

Grosse Sinkwerke mit liegenden Wehren erhalten wohl mehre Abseihekasten, welche unter sich auf der Sohle des Werkes durch eine Röhre verbunden sind.

Um das plötzliche oder zu schnelle Niedergehen des Himmels zu verhindern, wodurch viel Salz verloren gehen würde, wird derselbe durch Stutzkasten, sich kreuzende, scheiterhaufenartig aufgestapelte Hölzer, unterstützt.

Kleinere Werke können mehre Male im Jahre angekehrt und abgelassen werden, bei grösseren dauert dies oft ein Jahr und darüber.

Zu Aussee hat v. Roithberg in den vierziger Jahren die sog. continuirliche Bewässerung eingeführt, welche schon am Ende des fünfzehnten und zu Anfang des sechszehnten Jahrhunderts in Berchtesgaden zur Anwendung gelangt, später aber wieder verlassen worden war.[145]) Während bei der gewöhnlichen Bewässerung nach der Darstellung gesättigter Soole abgelassen und neu gefüllt wird, soll hierbei fortdauernd unten reiche Soole abgelassen und oben süsses Wasser zugeführt werden. Die Zuführung des Wassers erfolgt in der Mitte des Himmels, damit dieser eine bogenförmige Gestalt annimmt. Man hat dabei drei Betriebsabschnitte: zuerst füllt man das veröffnete Werk mit Wasser, reichert dann bis zur Sättigung an und lässt endlich unter ununterbrochenem Ablassen der Soole

---

[145]) v. Schwind: Die älteste continuirliche Wässerung in österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1870. S. 265.

beständig süsses Wasser nachfliessen, so lange, bis Störungen eintreten oder die ganze Dicke aufgesotten ist. Die Methode hat den Vorzug, dass der Himmel durch seine Gewölbeform an Festigkeit gewinnt und daher weniger Massen, welche noch Salz enthalten, auf die Sohle stürzen, dass die Wasser, welche fast schon gesättigt an die Ulmen herantreten, diese weniger anfressen, das Werk also eine regelmässigere Gestalt gewinnt, was für die Anlagen der künftigen, zwischen zwei alte Werke zu legenden neuen Werke wichtig ist, dass endlich die zeitraubende und schwerköstige Säuberung fortfällt. Als Nachteil ist zu bezeichnen, dass die Soole nicht völlig klar abfliesst, was v. Roithberg dadurch beseitigte, dass er die Soole nicht unmittelbar zur Siedung abgab, sondern zuvor zur Abklärung in ein altes Werk, Einschlagswerk, hineinleitete.

In neuerer Zeit macht man der continuirlichen Wässerung die grossen Vorzüge streitig, welche ihr durch v. Roithberg zugesprochen werden. Denn während sie der unfreiwilligen ausgedehnten Werkserweiterung vorbeugen, den Bruch des Himmels verhindern und die vollständigere Ausnutzung des Salzgehalts im Gebirge bewirken soll, werden Beispiele von den Sinkwerken im Salzberge von Aussee vorgeführt, wo fast nirgends diese Vortheile erzielt sein sollen.[146]) Nur das Eustach-Herrisch-Werk wird als solches angeführt, in welchem es gelungen ist, die Ulmen mit nur 10 Grad Neigung gegen das Loth aufzusieden und den Salzgehalt des Gebirges nahe vollständig auszulaugen; bei anderen Werken soll entweder das Eine oder das Andere sehr unvollständig erreicht worden, bei anderen sogar der Himmel zu Bruche gegangen sein. Bei dem Millerwerk, welches vom Jahre 1841 bis 1864 in früherer, gewöhnlicher Weise, von da bis 1868 mit continuirlicher Wässerung bearbeitet wurde, hat man stets eine vollständige Sättigung der Soole. und regelmässiges und gleichmässiges Aufätzen des Werkshimmels beobachtet, und dennoch fanden sich die grössten Unregelmässigkeiten in der Auslaugung der Ulmen, so dass man sich durch die günstig scheinenden Beobachtungen einer Täuschung hingab und dadurch Gefahr lief, Werksverschneidungen d. h. Uebergriffe in andere Werke zu erfahren. Es wird daraus der Schluss gezogen, dass man auch durch dieses Verfahren die Aufsiedung der Werke nicht in der Gewalt habe und von den unbestimmten Lösungsverhältnissen des Gebirges abhängig sei; weshalb angerathen wird, kleinere Werksräume zu bilden und den Vorschlag von Schwind zu acceptiren, wonach die ganze Werkshöhe in zwei Etagen ausgelaugt werden soll, durch ein Oberwerk und ein Unterwerk.[147]) Durch die gewöhnliche Werkswässerung — und nach dem Vorstehenden scheint auch durch die continuirliche Wässerung nicht wesentliche Besserung eingetreten zu sein — ist es unmöglich, die horizontale

---

[146]) Aigner: Die continuirliche Wässerung u. deren Anwendung auf das Millerwerk in Aussee. Ebenda. Jahrg. 1868. S. 291.

[147]) Ebenda. Jahrg. 1868. S. 129.

Wirkung des Wassers auf das Ausgreifen der Ulmen zu verhindern oder auch nur zu beschränken; diese Wirkung auf die Ulmen nimmt zu mit der Höhe des Werkes, die Ausladung der Ulmen wächst in grösserem Verhältniss als das senkrechte Aufsteigen des Werks, also die Werkswässerung wird um so nachtheiliger, je grösser die Versudhöhe, während andrerseits der Gewinn aus den Kosten einer Werksanlage unmittelbar von der Höhe abhängig ist, indem man scheinbar ohne neue Kosten bei grösserer Höhe mehr Salz auslaugt. Dagegen sind bei grösserer Höhe viele Dämme zum Schutze gegen das Ausgreifen erforderlich, es treten Werksbrüche ein und eine Folge davon ist eine vorzeitige Ausdehnung des ganzen Salzberges, so dass die scheinbar ersparten Kosten vielfach wieder aufgewogen werden müssen. Wenn ein Werk zu Bruche geht, so ist man nicht mehr in der Lage, in dem gebrochenen Theile eine neue Wässerung zu etabliren; hieraus kommt aber v. Schwind zu dem Schluss, dass man überhaupt erst den oberen Theil auslaugt und dann erst den unteren. Hierdurch wird es allerdings nöthig, für dieselbe Höhe zwei Werksanlagen zu machen: da man aber die Oeffen jetzt weiter auseinanderlegt und die Queröffen ganz erspart, so fallen diese Anlagekosten nicht mehr so stark ins Gewicht, und da die Auslaugung durch die Ober- und Unterwerke so vollständig geschieht, dass 2 Paar derartige Ober- nnd Unterwerke so viel Salz liefern, wie drei nach gewöhnlicher Methode angelegte hohe Werke, so sind die Anlagekosten nicht doppelt so hoch, wie sonst, sondern nur um ein Drittel höher; sollte die obere Etage wirklich zu Bruche gehen, so bleibt immer noch die untere unversehrt der Auslaugung zu Gebote.

Zur richtigen Beurtheilung der Vorgänge bei der Thätigkeit des Wassers innerhalb der Sinkwerke und des Zeitmasses für die bewirkte Sättigung des Wassers stellt v. Schwind mannigfache Betrachtungen an, deren Analyse hier zu weit führen würde, weshalb auf die unten angegebenen Quellen[148]) verwiesen wird. Als besonders wichtig soll hervorgehoben werden, dass nach v. Schwind's Feststellungen das Wasser eine um so grössere Zeit zur weiteren Anreicherung bedarf, je reicher es an Salz wird, so dass in der Hälfte der ganzen Auslaugezeit die Anreicherung bis 15 Procent erfolgt, während die letzten 3 Procent eine gleiche Zeit, das letzte Procent sogar ein Drittel der Gesammtzeit erfordere. Um daher die schnellere Ausnutzung der Werksanlage. zu bewirken, erscheint es besser, die Anreicherung bis etwa 15 und 16 Procent Salzgehalt nur in ärmeren Werken, die letzte Sättigung aber in tieferen, reicheren Werken zu bewirken.

In neuester Zeit hat man angefangen, Versuche anzustellen, welche den Sinkwerksbetrieb entbehrlich machen sollen, da durch denselben nur eine höchst unvollkommene Aussoolung des Salzgebirges stattfindet; um

148) Oesterr. Zeitschr. f. B.-, u. H.-Wesen. Wien 1870. S. 84. 141. 193. 241. 281. — Fr. Ritter v. Schwind: Der Abbau unreiner Salzlagerstätten in Oesterreich. Prag. —

diese zu erreichen, hat man begonnen, das Haselgebirge bergmännisch, theils durch Zuhilfenahme des Wassers zum Schlitzen und Kerben zu gewinnen und die Masse künstlich auszulaugen,[149]) was durch v. Schwind wiederholt vorgeschlagen wird.

## B. Tagebau.

Der Tagebau tritt in zwei sehr von einander verschiedenen Formen auf.

1. Der flache oder eigentliche Tagebau bezieht sich stets auf Massen, die söhlig oder fast söhlig, unmittelbar oder doch nahe zu Tage oder unter nicht zu mächtigen Bedeckungen liegen, niemals darf die Neigung sehr bedeutend sein.

Im Allgemeinen kommt er vor:

a. bei fast zu Tage liegenden Massen, wo unterirdischer Bau an und für sich unmöglich ist, wie bei Torf, Raseneisenstein, den meisten Seifen auf Gold, Platin, Zinn, Edelsteine, auch unter besonderen Verhältnissen bei Steinkohlen und Braunkohlen, es sind dies die Gräbereien und Seifenwerke;

b. bei bedeckten Lagerstätten solcher Art, bei denen aber der ökonomische Gesichtspunkt massgebend bleibt, ob unterirdische Gewinnung oder Aufdeckarbeit besser sei; es kommt dabei in Betracht die Mächtigkeit des Deckgebirges verglichen mit der der Lagerstätte, die Festigkeit und daraus hervorgehende Standfähigkeit des Gebirges, die Abraumskosten, der Werth der Substanz der Lagerstätte. An und für sich hat jede solche Aufdeckarbeit, welche allerdings ein nicht zu steiles Fallen der Lagerstätte voraussetzt, vor unterirdischem Bau den Vorzug einer sehr reinen Gewinnung, ferner eines sehr geringen oder gar keines Gebrauchs von Unterstützungsmaterial, was sehr in's Gewicht fällt, wenn das Deckgebirge aus losen Massen besteht, wie bei Braunkohlen in manchen Gegenden; weiter werden die Gewinnungskosten vermindert, weil man grosse Flächen gleichzeitig angreifen kann, endlich ist die Aufsicht erleichtert. Diesen Vorzügen gegenüber stehen die Nachtheile, dass man ausserordentlich grosse Massen tauben Materials bewegen muss, wodurch vornämlich die Anwendbarkeit eingeschränkt wird, und dass durch die Witterung und den Wechsel der Jahreszeiten die Arbeit häufig unterbrochen wird.

2. Ganz verschieden ist die zweite Form, der tiefere Tagebau, der gewöhnlich am Ausgehenden stockförmiger, steil in die Tiefe setzender Massen geführt wird oder in Gesteinsmassen. Derselbe gestaltet sich verschieden nach der Configuration der Oberfläche; ist diese verhältnissmässig flach, so entsteht der Pingenbau, steigt sie hoch und prall an, so wird ein vollständiger Steinbruchbetrieb daraus. Ueberhaupt finden sich Ueber-

---

149) v. Schwind: Werkswässerung od. künstl. Auslaugung in österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Jahrg. 1868. S. 25. — Aigner: Trockenabbau im Haselgebirge. Eben da. S. 97.

gänge in die Steinbrüche, da auch diese, z. B. auf Dachschiefer, oft sehr tief unter die Oberfläche niedergehen.

Für Gräbereien und Aufdeckarbeit, nicht minder für Pingenbau lassen sich allgemeine Regeln kaum geben, nur höchtens einige Gesichtspunkte aufstellen. Dahin gehört bei den Gräbereien und der Aufdeckarbeit zunächst, dass man sich genaue Kenntuiss von der Verbreitung des Fossils und der Mächtigkeit und Beschaffenheit des Deckgebirges verschafft, wozu man sich meist eines ganz einfachen Erdbohrers bedienen kann. Alsdann folgt bei bedeutenderen Anlagen ein genaues Studium der Oberflächenverhältnisse in Bezug auf Thäler und Einschnitte, womit man verschiedene Zwecke verfolgt.

1. Wenn die Massen ganz oder theilweise unter dem natürlichen Wasserspiegel liegen, hat man die Entwässerung, sei es durch Gräben, sei es durch Stolln oder Röschen, einzuleiten; geht dies nach der Oberflächengestaltung nicht, und hat das Mineral Werth genug, so tritt künstliche Wasserhaltung am besten durch besondere Schächte und von diesen aus getriebene Röschen ein, wofür man die Stelle des Schachts sorgfältig auswählen muss.

2. Man hat den tiefsten Punkt der Lagerstätte aufzusuchen, weil man der Natur der Sache nach gern an diesem mit dem Bau beginnt, indem dadurch die Förderung und Wasserhaltung erleichtert wird; bei ganz söhliger Lagerung fällt natürlich dieser Grund fort.

3. Für die erste Entblössung hat man, namentlich wenn die Decke von einiger Mächtigkeit ist, einen guten Haldensturz aufzusuchen, um Kosten des Transports zu vermeiden: später füllt man den Abraum in den ausgewonnenen Theil der Lagerstätte.

Während des Betriebes hat man dann auf jede Weise für billigen Transport des Abraums Sorge zu tragen durch Abkürzen der Wegelängen, durch Schienenwege u. s. w., namentlich hat man auch für ein richtiges Verhältniss des Abraums zum Abbau, so wie dafür zu sorgen, dass jener diesem nicht zu nahe rückt. Die Abraumarbeiten treibt man häufig nur im Frühjahr und Herbst, weil im Sommer die Hitze die Arbeiter erschlafft, im Winter aber die kurzen Tage, sowie bei lockeren Massen der Frost hinderlich werden.

### I. Gräbereien.

Die Gräbereien haben selten mit bedeutendem Abraum zu thun und sind daher in dieser Beziehung wenig genirt; sie finden sich vorzugsweise bei der Gewinnung von Raseneisenstein und Torf.

#### *a.* Gewinnung von Raseneisenstein.

Hierbei entsteht die Frage, ob eine Wiedererzeugung stattfinden kann, dann ob sie stattfinden soll oder nicht vielmehr mit der Wegnahme des Eisensteins eine Verbesserung des Bodens bezweckt wird. Die Wieder-

erzeugung kann nur unter Wasser stattfinden, will man sie daher eintreten lassen, so entwässert man gar nicht und holt den Eisenstein unter Wasser heraus, oder man entwässert oder staut später das Wasser wieder auf, um das Feld unter Wasser zu setzen. Die Wiedererzeugung geht übrigens sehr langsam und dauert stellenweise 40 bis 50 Jahre; hiernach muss man sich richten, um einen vollständigen Wirthschaftsturnus einzuführen. Im Uebrigen bietet die Gewinnung nichts Eigenthümliches dar.

### *b.* Gewinnung von Torf.

Bei Torf, der über dem Wasserspiegel liegt oder entwässert werden kann, ist die Gewinnung einfach und erfolgt durch Stechen mit einer besonders geformten Schippe. Bei dem Entwässern ist Vorsicht nöthig, damit nicht mehr Fläche abgetrocknet wird, als in der guten Jahreszeit gestochen werden kann, weil gefrorner Torf ganz mürbe und bröckelig wird, auch sich nicht mehr gut verformen lässt.

Die Gewinnung erfolgt durch Grubenpflüge, welche durch eine stehende Dampfmaschine hin- und hergezogen werden, nach der Methode von Exter auf dem Haspelmoor in Baiern.[150]) Wenn die Wasserableitung nicht möglich ist, oder wenn der Torf sich wieder erzeugen soll, was nur unter Wasser geschehen kann, so fischt man den Torf durch sackartige Vorrichtungen und formt ihn dann; am besten theilt man dann das ganze Abbaufeld in Abtheilungen, die nach einem gewissen Turnus ausgewonnen werden. Uebrigens verbessert sich der Boden häufig durch das Entfernen des Torfes und die damit verbundene Entwässerung.

Der Gewinnung des Torfes geht das Abdecken des Lagers voraus, demnächst erfolgt ein Abstechen des Torfs in strossenartiger Weise, wobei man je nach der Mächtigkeit sehr verschieden verfährt.[151]) Der gewonnene Torf wird entweder unmittelbar der Lufttrocknung unterworfen oder zuvor noch aufbereitet und geformt und dann erst getrocknet, wofür man in den verschiedenen Gegenden sehr mannigfaches Verfahren hat.[152])

## II. Seifenwerke.

Je mächtiger das Deckgebirge ist, geht die Gewinnung von Seifen aus Gräbereien in Aufdeckarbeit über.

---

[150]) Cotta in berg- u. hüttenm. Zeitg. v. Bornemann u. Kerl. Freiberg 1859. S. 7.

[151]) Die Stichtorfgewinnung in Ostfriesland in „Der Berggeist“. Köln 1860. S. 558.

[152]) Ruttner v. Grünberg: Gewinnnug u. Aufbereitung des Torfes in berg- u. hüttenm. Jahrb. der k. k. Bergakademien Schemnitz u. Leoben u. der k. k. Montanlehranstalt Pribram. Wien 1862. Bd. 11. S. 19. — Dr. Vogel: Der Torf, seine Natur u. Bedeutung, Braunschw. 1859. — Derselbe: Practische Anleitung zur Werthbestimmung von Torfgründen u. Torfwerkanlagen. München 1861. — Freih. v. Lamezan über die Torfausbeutung nach dem vom Grafen v. Diesbach erfundenen Systeme in Dingler polyt. Journal. Bd. 202. S. 403; auch in österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen Wien 1871. S. 405.

Beim Betriebe sucht man stets die vorhandenen Wasser zu fassen und an Ort und Stelle zum Abspülen und Waschen der gewonnenen Massen zu benutzen; oder man staut die Wasser auf, führt in die zu gewinnende Masse Gräben und lässt das Unhaltige abschlämmen.

Bei der Gewinnung der Goldseifen in Californien lässt man die Wasser unter starkem Druck die Seifen unterspülen, so dass das Unhaltige fortgeführt wird.[153])

Eine ausgedehnte Gewinnung liefern die Zinnseifen (stream works) in Cornwall bei St. Austle in einem Thale, welches sich bei dem Hafen Pentowan am Meeresgestade öffnet.[154]) Auf der Thalsohle liegen Alluvionen von Sand und Thon, welche auf Killas ruhen; die unteren Lagen enthalten theils reine Geschiebe von Zinnstein, theils Geschiebe mit eingesprengtem Zinnstein. Ein solches Seifenwerk hat eine Gesammthöhe von (30 bis 36 Fuss) 9,416 bis 12,554 Meter, die untere zinnführende Sandschicht ist (4 bis 5 Fuss) 1,255 bis 1,569 Meter mächtig, während die obere Masse ganz leer ist. Der Wasserlauf ist an eine Seite des Thales verlegt und eingedeicht; die abzubauende Seife wird an drei Seiten in Strossen von ($1\frac{1}{2}$ bis 2 Fuss) 471 bis 628 Millimeter Höhe getheilt, die vierte Seite bildet die Böschung des Abraums. In der Mitte des Abraums ist ein Schacht, unter dem sich die an den Seiten herabfallenden Wasser sammeln, nachdem sie zum Waschen verwendet sind; zum Sammeln der Wasser dient ein ausgemauerter Kanal, welcher nachgeführt wird; im Schachte stehen Pumpen, welche durch ein Wasserrad am Wasserlaufe betrieben werden. Der Abraum wird von Vorn nach Hinten geschafft, mittelst Karren, welche auf Bretterunterlagen gelaufen werden. Auf den Strossen sind Rinnen ausgehauen zum Sammeln der Wasser, die auf eine Art Schlämmherd am Grund der Gewinnung fallen, auf dem der Zinnsteinsand gewaschen wird; nach dem Gebrauch zum Waschen passiren die Wasser Klärbassins, bevor sie in den gemauerten Röhrenkanal gelangen.

### III. Aufdeckarbeit.

Die Aufdeckarbeit kommt bei verschiedenen Mineralien an vielen Orten vor z. B. auf schwachen Steinkohlenflötzen, begleitet von feuerfestem Schieferthon, Spärosideritnieren in den dazwischen liegenden Sandsteinen, oft auch von Kalk bei Tredegar und Merthyr-Tydwill in Südwales; früher auf mächtigen Steinkohlenflötzen zu Decazeville (Aveyron) und noch jetzt an manchen Stellen in Frankreich; auf Steinkohlenflötzen in Oberschlesien in der Nähe von Kattowitz; ferner auf Braunkohlenflötzen in der Provinz Sachsen und in der Rheinprovinz, in letzterer an Stelle des mehr

[153]) Hydraulischer Abbau der Goldseifen in Californien in berg- u. hüttenm. Zeitg. v. Bornemann u. Kerl. Freiberg 1860. S. 120.

[154]) Dufresnoy u. E. de Beaumont: Ueber das Vorkommen der Zinn- u. Kupfererze u. deren Behandlung in Grossbritannien in Karsten Archiv. 1826. Bd. 13. S. 103.

und mehr verschwindenden Kuhlenbaues; am Bleiberge bei Commern; auf Galmei auf der Grube Scharley in Oberschlesien; auf Zinkerz mit Zinnober im District von Santander; auf Mühlsteine unter 3 bis 4 Meter (auch 12 bis 18 Meter) mächtigen Decken von Sand und Thon, die aber keine aushaltenden Bänke bilden, sondern erst aufgesucht werden müssen; die Trassbrüche im Brohlthale sollen in der Regel als Tagebaue betrieben werden nach dem bergpolizeilichen Reglement des Oberbergamts zu Bonn vom 6. Juli 1825.[155])

Ausser den oben für die Aufdeckerarbeit angegebenen Regeln ist im Allgemeinen zu beachten, dass mächtiger Abraum und mächtige Substanz strossenförmig gewonnen werden mit zurückspringenden Bankets (Bermen), auf welchen die Förderung erfolgt; die Böschungswinkel müssen der Standfähigkeit der Masse entsprechend gewählt werden.

Für den Bleiberg bei Commern (Concession Meinerzhagen und Günnersdorf) ist in dieser letzteren Beziehung eine Polizeivorschrift erlassen.[156]) Im losen Gebirge darf der Böschungswinkel nicht grösser als 40 Grad sein, die Berme wird (2 Lachter) 4,185 Meter breit bei hohen Strossen, gleich der halben Seigerhöhe bei niedrigen Strossen; in festem Gestein dürfen die Stösse niemals überhängen, die seigere Stellung ist im Wackendeckel (Conglomerat der Buntsandsteinformation) gestattet, für anderes Gestein nimmt man die Böschung je nach dessen Beschaffenheit, aber nie über 75 Grad, die Seigerhöhe des Stosses nicht mehr als (3 Lachter) 6,277 Meter, die Breite der Berme mindestens (1 Lachter) 2,092 Meter. Im Knottenerzlager darf der Stoss nie überhängen, die Seigerhöhe nicht über (6 Lachter) 12,554 Meter, die Breite der Berme nicht unter (3 Lachter) 6,277 Meter betragen. Die Förderung, welche früher auf häufig zu verlegenden geneigten Ebenen stattfand und für welche seigere Schächte für jede Strosse seitwärts des Tagebaues projectirt waren, erfolgt jetzt auf Schienenwegen vor den einzelnen Strossen um die Nord- und Südseite des Tagebaues nach der Ostseite, wo der Abraum in das abgebaute Feld gestürzt wird.

Für die Braunkohlengewinnung in der Provinz Sachsen[157]) ist vom Oberbergamt zu Halle unterm 5. Juli 1862 eine Polizeiverordnung erlassen.[158]) Hiernach dürfen die Abraumstrossen nicht höher als (10 Fuss) 3,193 Meter und nicht breiter als 3,139 Meter genommen werden; die Kohle darf nur bis (3 Lachter) 6,277 Meter Mächtigkeit in einem Stoss genommen werden, bei grösserer Mächtigkeit erfolgt Theilung in Strossen unter 6,277 Meter Höhe, die Breite derselben bestimmt sich wie beim Abraum; bei

155) Dr. Achenbach: Die Bergpolizeivorschriften u. s. w. S. 135.

156) Zeitschrift f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 8. A. S. 180. — Siehe auch ebenda Bd. 14. B. S. 172. Diesterweg: Beschreibung der Bleierzlagerstätten des Bergbaues und der Aufbereitung am Bleiberge bei Commern.

157) Ottiliä a. a. O. in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 8. B. S. 122.

158) Dieselbe Zeitschrift Bd. 10. A. S. 226.

dauernder Einstellung der Abraumsarbeit sind die Abraumstrossen unter einem Winkel von 45 Grad für thonige Massen, von 60 Grad für sandiges Gebirge zurückzulegen.

Die Lösung erfolgt durch Stolln oder durch einen Schacht nebst Querstrecken, diese, beziehungsweise die Stollnstrecke werden in dem Tagebau nachgeführt, gemauert und mit Abraum überstürzt; bei geneigter Lage oder grosser Mächtigkeit hat man wohl mehrere Sohlen untereinander. Ist die Lagerstätte erreicht, so treibt man Flügelörter und setzt diese durch Aufhauen mit dem Tagebau in Verbindung. Wichtig für den Verlauf der Gewinnung ist die Wahl des Einschnitts, in welchem der Abraum beginnt, eben so die des Schachtpunktes, damit man dadurch nicht gehindert wird, man legt den Schacht deshalb nicht gern innerhalb des auszugewinnenden Baufeldes. Für die Böschungen dient die Erfahrung, dass zäher, nicht zerklüfteter Thon bei 80 Grad, zerklüfteter lockerer Thon bei 40 bis 70 Grad, rolliger Sand und Kies bei 40 bis 60 Grad steht. Von dem entblössten Kohlenpfeiler bleibt eine Strosse (Berme) von (1 bis $1\frac{1}{2}$ Lachter) 2 bis 3 Meter stehen, die man gern mit einem Theil des Deckgebirges bedeckt lässt zum Schutze gegen nachtheilige Witterungseinflüsse. Die Kohlenstrossen nimmt man gern nur (2 bis $2\frac{1}{2}$ Lachter) 4 bis 5 Meter breit, weil die Gewinnung dadurch erleichtert wird; hat man mehre Strossen in Arbeit, so giebt man jeder Berme. Wenn es möglich ist, richtet man sich so ein, dass die Abfuhrwagen der Kohlenabnehmer unmittelbar vor die Strosse fahren, so dass gar keine Zwischenförderung stattzufinden braucht. Der erste Abraum bildet besondere Halden, später wird strossenweise über Brücken rückwärts gelaufen, wobei man bei grossen Förderlängen dieselbe in Stationen eintheilt. Bei Abraumarbeiten wendet man auch bequeme Kippwagen[159]) an, um das Ausladen zu erleichtern und zu beschleunigen. Können die Kohlen nicht direct in die Abfuhrwagen verladen werden, so bringt man sie in Karren von 1 Hektoliter Inhalt auf flach geneigten Bahnen aufwärts, später, namentlich bei grösseren Anlagen, auf horizontalen Bahnen auf den Strossen zu einem Hauptförderungspunkt, der entweder flach oder seiger angelegt ist; gewinnt man gleichzeitig auf mehren Strossen, so bringt man die Kohle durch Rolllöcher auf die unterste Fördersohle.

Auf dem steiermärkischen Erzberg[160]) wird nur während der guten Jahreszeiten der Tagebau betrieben, im Winter arbeiten die Mannschaften unterirdisch, doch ist der Tagebau, der übrigens auch als Pingenbau angesehen werden kann, vorherrschend.

### IV. Pingenbau.

Im Kleinen findet sich der Pingenbau auf Bohnerzen in Frankreich und anderwärts; in grossem Massstabe kommt er in Schweden auf Kupfer-

---

[159]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 11. A. S. 261.

[160]) Tunner: Der steiermärkische Erzberg in dessen berg- u. hüttenm. Jahrb. Wien 1851. Bd. 1. S. 91.

erzen und Magneteisenstein vor,[161] in Steiermark, Norwegen, auf der Insel Elba auf Eisenerzen, auf Dachschiefer und Marmor in England, in Belgien, in den Niederlanden. Der Pingenbau geht häufig in eigentlichen Steinbruchsbetrieb über und erfolgt, wie dieser, in Strossen. In tiefen Pingen in Schweden hat man oft besondere Bergfesten (Bänder) stehen lassen, um die Stösse abzusteifen, doch sind sie sehr gefährlich, weil ihnen die Unterstützung fehlt. In Belgien hat man 100 Meter tiefe Brüche mit steilen 3 Meter hohen Strossen. Die Förderung geschieht durch Göpel, die auf Gerüsten stehen, so dass die Seilscheiben über den Pingenrand hervorragen. Die Wasserhaltung wird durch herangeführte Stolln oder durch Kunstgezeuge geführt.

[161]) Hausmann: Reise durch Skandinavien. Bd. 4. S. 70. 286. 363. Bd. 5. S. 96. 365.

---

# Fünfter Abschnitt.

## Grubenausbau.

Im weitesten Sinn hat der Grubenausbau den Zweck, Druck abzuhalten, welcher sich äussern kann als Gebirgsdruck oder als Wasserdruck. Der Gebirgsdruck entsteht als Aeusserung der Schwere, wirkt dann also zunächst von Oben nach Unten, hat aber auch abgeleitet je nach der Beschaffenheit der Massen, z. B. der Schichtung, Seiten- und Sohlendruck zur Folge. Dem Drucke entgegen wirkt die Cohäsion der Massen, wogegen Zerklüftung, ebenso wie Verwitterung ihn vermehrt, weil sie den Zusammenhang aufheben. Ferner entwickelt sich der Gebirgsdruck durch Aufnahme von Wasser und Vermehrung des Volumens, was nur bei thonigen Massen vorkommt, wo sich dann häufig der Druck von Unten nach Oben äussert und oft überwältigend stark ist; Aehnliches veranlasst die Verwitterung, doch in kleinerem Maassstabe. Der Wasserdruck macht sich bemerkbar beim Zurückdämmen der aus zerklüftetem Gebirge zusitzenden Wasser; zu ihm gesellt sich Gebirgsdruck, wenn die Massen nicht standhaft sind. Dies erreicht den höchsten Grad in schwimmenden Massen (fluides imparfaits), wogegen trockne lockere Massen nur das Bestreben haben, sich natürlich abzuböschen.

Hiernach betrachtet der Grubenausbau im Allgemeinen die Mittel das Zusammenstürzen der Räume zu verhüten. Hieran schliesst sich naturgemäss die Behandlung der Abtreibearbeiten, überhaupt das Durchfahren lockerer Massen, wobei die Unterstützung Hauptsache ist; auch sind hier des ganzen Materials wegen die wasserdichten Auskleidungen, sowie die Verdämmungen anzureihen.

Gegen das Zusammenbrechen der Räume kann man sich schützen:

1. durch geringe Dimensionen und angemessene Gestalt der Baue, wobei die natürliche Spannung des Gesteins, die Cohäsion der Theile den Wirkungen der Schwere, welche der Druck zunächst erzeugt, entgegenstrebt; man führt deshalb die Strecken nur schmal auf, man greift das Dach nicht an, um den Zusammenhang der Schichten nicht aufzuheben, man führt die Firste im Gestein, sowie in mächtigen Lagerstätten bogenförmig zu, man teuft die Schächte rund ab, welche dann bei geringem Durchmesser oft ohne Unterstützung stehen; hierhin gehören auch die Böschungen bei Tagebauen.

2. Ein anderer Schutz ist gegeben durch Stehenlassen von Bergfesten und zwar

*a.* im Grossen und Ganzen unter Stolln, Hauptquerschlägen, um Schächte u. s. w.,

*b.* in einzelnen Pfeilern und Säulen, wie bei den Abbaumethoden erwähnt wurde,

*c.* durch Anbauen eines Theils der Lagerstätte, was namentlich während des Betriebes von Strecken und des Verhauens von Pfeilern eintritt, wenn das Deckgebirge sehr zerklüftet ist oder aus gebrächen oder gar lockeren Massen besteht, oder wenn das Nebengestein bei der Entblössung unter dem Einfluss von Luft und Feuchtigkeit leicht verwittert oder bei thoniger Beschaffenheit, wie das Liegende vieler Braun- und mancher Steinkohlenflötze, sich aufbläht; in den beiden letzten Fällen hat man, wo möglich, die Entblössung ganz zu vermeiden oder nach der Entblössung so schnell, wie möglich, die Abschliessung gegen die Wetter zu bewirken.

3. Der Bergeversatz, dessen schon bei den Abbaumethoden gedacht wurde, ist ein weiteres Mittel zum Schutze gegen Druck. Er ist im Allgemeinen ein Ausbau durch Berge in irgend einer Form. Die Berge dürfen nicht zur Verwitterung geneigt sein; sie können entweder in der Grube erlangt oder müssen von Tage hineingeschafft werden, wo man sich wohl eines besonderen Schachtes zum Hineinstürzen bedient. Der Bergeversatz ist entweder vollständig beim Verstürzen von Schächten, Lichtlöchern und sonstiger Baue und erweist sich besonders zweckmässig, wenn solche Baue später wieder benutzt, die Strecken aufgeräumt, die Schächte aufgezogen, die Baue überhaupt wieder aufgewältigt werden sollen, oder theilweise, wenn der Zweck der Baue dies erfordert, oder wenn man nicht genug Berge hat; in letzterem Falle setzt man den Versatz streifenweise, in einzelnen Wänden oder Mauern und nähert sich dann schon oft einer einfachsten Form der Trockenmauerung, in welche man noch mehr übergeht bei Herstellung einzelner Pfeiler z. B. in Weitungen. An und für sich ist der Versatz um so besser, je dichter er ausgeführt wird, die Abhaltung des Druckes erfolgt aber nie so vollständig, wie bei Bergfesten. Bei vollständigem Versatz wird der Druck vollständig aufgefangen, bei theilweisem entsteht der Mangel, dass nur der Druck von Oben abgehalten wird.

4. Zimmerung oder Unterstützung mit Holz.

5. Mauerung.

6. Ausbau mit Eisen (Gusseisen, wie Schmiedeeisen), welches in beträchtlichem Maasse bis jetzt nur bei Herstellung von wasserdichtem Ausbau angewendet zu werden pflegt; der Preis wirkt hierauf ein, auch die Ungefügigkeit des Materials, beziehungsweise die Schwierigkeit seiner Bearbeitung. Man benutzt gusseiserne Stempel beim Abbau von Steinkohlen in England, schmiedeeiserne Pfähle und Träger bei manchen Veranlassungen besonderer Art in Deutschland.

Auch das Wasser unterstützt in alten Bauen, insofern das Gestein an sich noch mässig standhaft und nicht auflösbar ist, worauf beim Lösen alter Baue in Hinsicht der Tagesoberfläche Rücksicht zu nehmen ist. Die Oberfläche kann übrigens auch beschädigt werden durch Abtrocknen schwimmender Massen, wenn sie, wie meistentheils, dabei an Volumen verlieren. Nur als merkwürdige Benutzung des Wassers ist anzuführen, dass man es im hohen Norden in ausgehauene Räume einführt und gefrieren lässt, demnächst das Eis wieder aushaut und die Stücke gleichfalls zur Unterstützung benutzt.

In Bezug auf den Ausbau durch Holz, Mauer oder Eisen ist zu bemerken, dass die Zimmerung vor der Mauerung dadurch den Vorzug verdient, dass sie geringeren Raum einnimmt, rasch hergestellt werden kann und in den meisten Gegenden unter gewöhnlichen Verhältnissen geringere Kosten veranlasst, dagegen hat sie den Nachtheil, dass sie nur von kurzer Dauer ist und daher kostbare Reparaturen und Erneuerungen erfordert, und dass sich die Tragfähigkeit über ein bestimmtes Maass nicht steigern lässt. Die Mauerung zeichnet sich durch grosse Widerstandsfähigkeit aus, so dass bei richtiger Construction derselben auch der stärkste Druck abgehalten werden kann, und ist bei gutem Material unveränderlich und, insofern die Stärke dem Druck angemessen ist, fast unzerstörbar; dagegen erfordert sie grössere Stärke, daher auch grössere Räume, welche oft nur unter Anwendung von Zimmerung hergestellt werden können, sie kann nur langsam ausgeführt werden, zumal das Material ungefügiger ist und aus einzelnen Stücken besteht, die bei stärkerem oder mehrseitigem Druck nur in Curvenform haltbar vereinigt werden können, endlich erfordert sie hohe Anlagekosten, wodurch sie für rasch vorübergehende Unterstützungen unanwendbar wird. Der eiserne Ausbau steht in der Dauer wohl bei weitem einer guten Mauerung nach, Gusseisen ist noch ungefügiger als Stein, Schmiedeeisen ungefügiger als Holz, übertrifft aber das Holz noch in dem Vorzug, geringen Raum einzunehmen, und kann, namentlich bei starkem Druck und wo es sich darum handelt, die Unterstützung schnell herzustellen, von wesentlichem Nutzen sein; der Preis aber ist in den meisten Gegenden relativ höher, als für Zimmerung und Mauerung. Zu wasserdichten Auskleidungen und zu Senkschächten hat das Eisen Vorzüge, welche später zur Sprache kommen. Die Dauer, welche die Unterstützung haben soll, die Stärke des abzuhaltenden Drucks und die Preise der nöthigen Materialien, beziehungsweise deren Vorhandensein bedingen die Anwendung der einen oder andern Art von Unterstützung. In der Natur der Materialien liegt es, dass die Zimmerung, wo sie nicht etwa nur aus einzelnen Stücken besteht, geradlinige Zusammenfügungen erhält, wogegen Mauerung und eiserner Ausbau in denselben Fällen mit curvenförmigen Begränzungen ausgeführt werden.

## A. Zimmerung.[1])

### 1. Material.

Zur Grubenzimmerung ist zwar jede Holzart, insofern sie genug Dicke erreicht, verwendbar, und der concrete Fall hat sich hierin oft den Localverhältnissen anzupassen, aber der relative Werth der einzelnen Hölzer als Unterstützungsmaterial ist, namentlich was die Dauer betrifft, sehr verschieden. Am besten sind harte und demnächst sehr harzige Hölzer. Den ersten Platz nimmt das Eichenholz ein, denn es dauert unter den ungünstigsten Verhältnissen, wie Trockenheit, schlechte oder stockende Wetter, hohe Temperatur am längsten und wird hierin nur von der Akazie übertroffen, deren Gebrauch freilich auf südliche Gegenden beschränkt bleibt: auf den Steinkohlengruben von Carmeaux (Departement Tarn)[2]) in Strecken mit stockenden Wettern und hoher Temperatur war Weisseiche (chêne blanc) (Steineiche?) in 3 Monaten zerstört, Schwarzeiche (chêne noir) in 2 Jahren, Akazie, mit Rinde und grün gesetzt, von 100 bis 180 Millimeter Durchmesser war noch nach 4 Jahren gesund; es scheint dem Splint von der Rinde eine klebrige Masse zuzugehen, durch welche er 7 bis 8 Monate unverändert bleibt, dann geht allerdings eine Veränderung vor, die nach 4 Jahren 5 bis 6 Millimeter vorgedrungen war, aber der Kern ist dann noch nicht angegriffen. Die Eiche dauert sehr lange in nassen Räumen, unter Wasser ist sie unzerstörbar, wie vielfach auch an Bauwerken in Flussbetten und im Meere beobachtet ist. Auch die harzigen Hölzer geniessen dieselbe Eigenschaft unter Wasserbedeckung, ebenso Erlenholz, welches sonst wenig taugt, aber zu Röhren empfohlen wird; Buchenholz stockt leicht und wird im Wasser rothfaul, Birkenholz ist spröde. Zur eigentlichen Zimmerung sind Pappel, Erle, Esche, Weide am schlechtesten, doch kommt Weide nebst anderen weichen Laubhölzern beim Picotiren (wasserdichte Zimmerung) vortheilhaft zur Anwendung. Nadelholz hat ausser der grösseren Billigkeit den Vorzug des geraden Wuchses, während Laubholz oft sehr ästig, knorrig und krumm ist. Als ein wichtiger Unterschied zwischen Laub- und Nadelholz tritt die Beschaffenheit der Holztheile nach dem Durchschnitt hervor, denn während bei den Laubhölzern der Kern der festere, der Splint der leicht zerstörbare Theil ist, sind beim Nadelholz die äusseren Holzlagen die festeren. Von den Nadelhölzern verwendet man Fichte, Kiefer, Tanne, selten Lärche.

Jener Unterschied, verbunden mit der Art des Wuchses, wird in vieler Hinsicht für die Gestalt, in welcher man die Hölzer anwendet, bestimmend.

Die Dauer des Holzes unter Tage wird von mannigfachen Umständen bedingt, abgesehen davon, dass es bei zunehmendem Drucke zerbrechen kann, ohne in sich zerstört zu sein. Diese Umstände sind im Wesentlichen:

---

[1]) C. A. Sickel: Die Grubenzimmerung. Freiberg 1872.

[2]) Combes: Traité de l'exploitation des mines, tome I. pag. 420.

1. Innere Zustände des Holzes. Hierzu gehört seine Natur an sich; im Allgemeinen ist dasjenige Holz am besten, welches am dichtesten ist, dessen Fasern und Jahresringe am feinsten, welches daher an und für sich und vermöge seines Standortes langsam wächst; auch hiernach hat die Eiche den Vorzug, unter den Nadelhölzern in ebeneren Gegenden die Kiefer, dann Fichte, zuletzt Tanne, während die Lärche ihrer Sprödigkeit wegen nicht gut verwendbar ist. Von weiterem Einfluss ist der Boden und das Klima, insofern dadurch die innere Beschaffenheit des Holzes bedingt erscheint; am besten ist eine hohe Lage und mehr magerer als fetter Boden, besonders für Nadelhölzer; Fichtenholz im Gebirge gezogen ist fast eben so gut als Kiefernholz;[3]) am schlechtesten sind die Hölzer von nassem und lettigem Boden. Endlich hängt die Brauchbarkeit von dem Alter des Holzes ab, worauf freilich bei Rundhölzern nicht immer gesehen werden kann; Nadelhölzer sind bei einem Alter von 100 Jahren, Eichen, namentlich auf trockenem Boden gewachsen, von 300 bis 400 Jahren am besten.

2. Aeussere Zustände über Tage. Hierhin gehören: gehörige Fällzeit, über welche indess die Ansichten getheilt sind, jedenfalls muss sie aber dann gewählt werden, wenn der Saft nicht circulirt, und wenn es nicht friert, also im Spätherbst und im ersten Anfang des Frühjahrs; in manchen Gegenden benutzt man die Zeit vom November bis Ende Februar, wobei man Wintertransport durch die Wälder benutzt, in anderen Gegenden fällt man das ganze Jahr hindurch mit Ausnahme der Monate März, April, Mai. Gehörige Austrocknung nach der Fällung, weil grünes Holz viel schneller fault; sie darf nicht zu schnell geschehen, damit das Holz nicht zu stark reisst, auch nicht zu langsam, weil sonst die Säfte stocken und Fäulniss eintritt. Dem Austrocknen kommt das Abschälen der Rinde zu statten, was ziemlich allgemein anerkannt wird; das Abschälen ist auch deshalb zu empfehlen, weil sich unter der Rinde gern Insekten aufhalten, welche das Holz beschädigen; bei Eichen hat die Rinde an sich Werth, weshalb sie schon deshalb beseitigt wird. Die Rinde fault in der Grube am ehesten und steckt das übrige Holz an, doch ist beim Nadelholz wegen dessen Harzgehalt des Abschälen am wenigsten nothwendig. In den Planitzer Steinkohlengruben hat man die Erfahrung gemacht, dass da, wo Grubentrockniss herrscht und sich bald Schwamm einfindet, vollständig grünes, ungeschältes Fichtenholz vier- bis fünfmal länger dauert, als das kernigste trockene; es scheint, als ob bei grünem Holze die Fäulniss von Innen nach Aussen, bei trockenem umgekehrt vor sich geht. Nach den Erfahrungen von Burkardt[4]) ist im Sommer gefälltes Holz, welches sofort nach dem Hiebe geschält ist, mindestens eben so dauerhaft, als im Winter gefälltes, jedenfalls aber dauerhafter, wenn es unmittelbar nach der Fällung verbraucht wird; dasselbe ist leichter, als

[3]) v. Carnall und Krug v. Nidda: bergm. Taschenbuch. 1846. S. 242.
[4]) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1871. S. 435.

Winterholz, aber dem Reissen mehr ausgesetzt. Dem letzteren Uebelstande wirkt man bei Eichenholz dadurch entgegen und macht dasselbe zugleich härter, dass man Bäume mittlerer Stärke auf dem Stamme schält und bis zum Winter stehen lässt. Die Aufbewahrung über Tage muss so erfolgen, dass das Holz vor Sonne und Regen geschützt ist, überhaupt luftig liegt, weshalb man es in Haufen aufstellt, durch welche die Luft hindurch ziehen kann, auch unter leichten Bedachungen, namentlich geschnittene Hölzer, Bretter lagert man sich kreuzend in Pyramiden, nie darf man das Holz unmittelbar auf den Boden legen. Holz, welches zu Röhren ausgebohrt werden soll, also gar keine Trocknungsrisse haben darf, bewahrt man ebenso, wie die gebohrten Röhren selbst, am besten unter Wasser auf.

3. Aeussere Zustände unter Tage. Hier kommt vor Allem die Beschaffenheit der Wetter, die Feuchtigkeit und Temperatur derselben in Betracht; sehr schädlich wirken abwechselnde Wärme und Kälte, Trockenheit und Nässe, weshalb an Hängebänken und Mundlöchern am schnellsten Zersetzung eintritt, indem dort die Wetter mit den Jahreszeiten umsetzen, also bald kalt, bald warm mit dem Holze in Berührung kommen. Zu unterscheiden sind hier nasse und trockne Fäulniss (Trockenmoder, Vermoderung), letztere greift schneller um sich, erstere entwickelt mehr übelriechende Gase und hat zuletzt ein völliges Flüssigwerden der zersetzten Stoffe zur Folge; die nasse Fäule beginnt gern an Astlöchern, in Blattungen, Rissen u. s. w., wogegen die trockne mehr das ganze Holz gleichzeitig ergreift unter Verbreitung eines eigenthümlich süsslich scharfen Geruchs. Bei grösserer Feuchtigkeit bilden sich kryptogamische Parasiten, welche den Vermoderungsprocess beschleunigen. Krankes und faulendes Holz steckt gesundes an, was sorgfältig zu berücksichtigen ist. Eigenthümlich ist auch, dass in thonigen oder zu thonigen Substanzen verwitternden Gesteinen, z. B. auch in chloritischen, die dicht anliegende Zimmerung besonders rasch fault, was wohl mit der Beschaffenheit der Wetter, den Exhalationen solcher Massen und damit zusammenhängt, dass beim dichten Anliegen alle Ausdünstungen des Holzes gehemmt sind. Nach den in Belgien gemachten Beobachtungen[5]) werden die Kappen später angegriffen, als die Thürstöcke, welche namentlich unten am meisten leiden, was mit dem Wetterzuge zusammenhängt; selbst die von dem Wetterstrom abgewendete Seite des Holzes soll früher leiden, als die ihm zugekehrte.

Bei so mannigfachen Verhältnissen ist die wirkliche Dauer der Hölzer natürlich überaus verschieden. Beim sächsichen Braunkohlenbergbau[6]) dauert Fichten- oder Tannenholz, wenn kein besonderer Druck vorhanden ist, etwa 4 Jahre; beim Gangbergbau soll nach Gätzschmann die Zimmerung 5 bis 6 Jahre dauern, unter ungünstigen Umständen 1 bis 3 Jahre, beim Steinkohlenbergbau oft nur 6 Wochen; wo sie kalt, nass, in guten Wettern

5) Journal des Mines. 1859. S. 160.

6) Ottiliä a. a. O. in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 8. B. S. 3.

steht, hat man eine Dauer von 20 und 30 Jahren, ja wie auf dem Sauberg bei Ehrenfriedersdorf von 100 bis 200 Jahren beobachtet; im alten Mann und in der Nässe hat man schon 300 Jahre alte Zimmerung unversehrt gefunden. Die Dauer von Eichenholz unter gewöhnlichen, nicht geradezu ungünstigen Verhältnissen ist auf 30 bis 40 Jahre, von Nadelholz in nassen, seigeren Schächten auf 18 bis 20 Jahre anzunehmen.

Gesundes Holz kann man einerseits durch das Ansehen des Querschnitts, andererseits durch den hellen Klang erkennen, den man bemerkt, wenn man an den Querschnitt in der Richtung der Achse des frei liegenden Stücks oder selbst an stehenden Stämmen anschlägt; dies ist indess nur ein Mittel bei geraden Stämmen, da astiges krummes Holz nicht klingt.

Verlängerung der Dauer des Holzes. Aus dem Vorgehenden erhellt schon, dass man nur geschältes Holz anwenden soll und Nadelholz, wo möglich, in runden Stämmen. Alsdann lässt sich die Dauer gesund eingebrachter Zimmerung verlängern, wenn man

1. so weit es die übrigen Verhältnisse gestatten, stets für gute Wetter sorgt, was natürlich nicht überall möglich ist, da irgendwo die verbrauchten Wetter zum Ausziehen kommen müssen,

2. sie in einem Zustande gleichmässiger Nässe erhält, indem man sie bewässert, was besonders ausgebildet ist am Oberharze, zu Joachimsthal, zu Neurode in Schlesien[7]) und an vielen anderen Orten; es ist dies aber mit Leichtigkeit nur in Schächten, schwieriger in Strecken, welche sich weit verzweigen, zu bewirken; am Harze hat man dazu besondere Röhren, welche mit fein durchbohrten Spunden versehen sind, aus denen das aus dem Schachte entnommene, unter Druck stehende Wasser in feinen, staubartigen Wasserstrahlen hervor- und gegen die Zimmerung spritzt.

Hierher gehören auch die verschiedenen Methoden des Präparirens der Hölzer vor dem Gebrauch auf mehr oder weniger künstlichem Wege, um ihm die hauptsächlich Fäulniss erregenden, fast ausschliesslich im Saft und im Zellengewebe enthaltenen, stickstoffhaltigen Substanzen zu entziehen; dieselben weichen dadurch von einander ab, ob überhaupt und welche andere Stoffe an die Stelle der beseitigten gebracht werden. Den Uebergang hierzu macht der oberflächliche Schutz durch Anstreichen mit deckenden Substanzen, welche die äussere Luft nicht unmittelbar an das Holz treten lassen, wie das Bestreichen mit Kalkmilch, was indess kaum noch üblich ist, ferner mit Steinkohlentheer oder Mastixtheerfirniss, wodurch man auf thüring'schen Braunkohlengruben bei Verwendung trockner Hölzer die doppelte Dauer erzielt haben will; doch dringen derartige Anstriche nicht tief in das Holz ein. Hierher gehört ferner das oberflächliche Verkohlen oder Anschwelen der Hölzer, welches auf den Rauenschen und Petersdorfer Braunkohlengruben[8]) versucht worden ist.

[7]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 2. A. S. 355.
[8]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 8. A. S. 180.

Das eigentliche Präpariren ist zwar für Grubenhölzer, England etwa ausgenommen, bis jetzt im Grossen noch nicht durchgeführt und mehr für Eisenbahnschwellen, bei Holzbauten über Tage, wie Brücken, bei Wasserbauten, Telegraphenstangen u. s. w. angewendet, bietet aber auch für den Bergbau grosses Interesse. Im Allgemeinen kann man unterscheiden:

1. einfaches Entfernen der Safttheile durch Auswässern oder Auskochen, was aber beides bei dicken Stücken nicht auf das Innere wirkt. Auslaugung mit kaltem Wasser, dem etwas Salzsäure beigemengt ist, findet auf englischen Schiffswerften statt, am einfachsten so, dass man den Stamm mit dem Wipfelende nach Unten stellt, das glatt abgeschnittene Wurzelende in einen etwa (6 Fuss) 1,883 Meter langen Cylinder steckt, mittelst eines übergestreiften Kautschukcylinders, der noch mit Pressschrauben angedrückt wird, abschliesst; ein (15 Fuss) 4,708 Meter langer Eichenstamm wird in 24 Stunden, Tannenholz in der halben Zeit ausgelaugt. Dieses Verfahren ist insofern mangelhaft, als die Poren geöffnet bleiben und die Holzfaser dadurch einer Art Oxydation (Verwesung) ausgesetzt wird.

2. Verdrängen des Saftes durch Lösungen von Salzen u. dgl. m., welche nachher in den Poren auskrystallisiren und dieselben zum Theil wieder füllen; hierin liegt an und für sich ein Uebelstand, indem beim Krystallisiren die Poren wohl gewaltsam geöffnet werden und eine Trennung der Holzfaser bewirkt wird; bei Feuchtigkeit oder gar an nassen Punkten werden die Salze wieder ausgelaugt, wodurch der Zweck vereitelt wird, in der Trockenheit benehmen die Salze, als starre Körper, dem Holze einen Theil der Elasticität und machen es spröde.

Im Grossen ist noch zu unterscheiden, ob man das Holz nur ohne Weiteres in die Lösungen einlegt oder dieselben unter hydraulischem Druck einpresst (das eigentliche Imprägniren), nachdem man zuvor den Saft, jedenfalls aber, wenn das Verfahren wirksam sein soll, die Luft aus den Poren durch Ausdämpfen entfernt hat.[9]) Als solche Flüssigkeiten hat man gebraucht:

*a.* ohne Druck und wohl nur bei Grubenhölzern Salzsoole, namentlich in der Provinz Sachsen auf Braunkohlengruben; zu Zscherben fand man getränktes Holz nach 13 Jahren noch gesund an Stellen, wo nicht getränktes Holz alle 2 Jahre ausgewechselt werden musste; ähnliche Erfahrungen hat man zu Tollwitz, Nietleben, Eisdorf, Altenweddingen, Eggersdorf, Stassfurt gemacht, wie es ja auch eine alte Thatsache ist,

[9]) Ueber Erhaltung des Grubenholzes in „der Bergwerksfreund". Eisleben 1860. Bd. 22. S. 468. — Vogt: Die Conservirung des Holzes durch Imprägnirung mit creosothaltigem Steinkohlentheeröl in Zeitschr. f. Bauwesen Jahrg. 11. S. 427. -- Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 2. A. S. 355. Bd. 8. A. S. 180. Bd. 11. A. S. 254. — The Mechanics' Magazine. London. Vol. 93. p. 137. — Dingler polyt. Journal Bd. 202. S. 174. — Der Berggeist. Köln 1871. S. 507. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1871. S. 281. Jahrg. 1872. S. 123.

dass in Steinsalzbergbauen das Holz der Fäulniss fast gar nicht unterworfen ist, doch zeigten sich die in Salzsoole getränkten Hölzer auch hier spröde.

*b.* Schwefelbarium nach der Methode des Katastergeometers Rüttgers wurde vom Eschweiler Bergwerksverein angewendet und soll sich gut bewährt haben.

*c.* Zinkchlorid benutzte man zum Imprägniren von Schwellen zu einem über Tage befindlichen Bremsberg auf der Steinkohlengrube bei Ibbenbüren und hat vorzügliche Resultate damit erreicht. Ebenso hat diese Imprägnirungsmethode bei den Schwellen auf den hannöver'schen Eisenbahnen sich vortrefflich bewährt, wogegen man bei ihrer versuchsweisen Anwendung auf dem Harz beim Bergbau keinen günstigen Erfolg erzielt hat.[10])

*d.* Zu Schemnitz imprägnirte man die Hölzer mit Zink- und Kupfervitriol-Lösung ohne Druck nach dem System von Lüdersdorf, mit Druck nach dem von Boucherie; bei ersterem nahm man 4 Procent Zinkvitriol und 1,6 Procent Kupfervitriol, bei dem anderen 3 Procent Zinkvitriol und 2 Procent Kupfervitriol in die Lösung. Die erstere Methode hatte offenbar beim Tannenholz nicht gehörig durchdrungen, denn nach 3 Jahren war der Kern faul, die Aussenseite aber auf ($1\frac{1}{2}$ Zoll) 39 Millimeter frisch, wogegen das Eichenholz ganz frisch sich zeigte; nicht getränktes Eichenholz war bis zu ($\frac{3}{4}$ Zoll) 19 Millimeter Tiefe, Tannenholz ganz verfault; endlich waren die nach dem Verfahren von Boucherie bearbeiteten Hölzer nach 3 Jahren noch ganz frisch. Die mit diesen Salzen präparirten Hölzer hat man wohl noch zum zweiten Male in Chlorcalcium oder Schwefelbarium getränkt und dadurch schwefelsaure Kalkerde oder Baryterde in den Hölzern gebildet. Mit Gyps (schwefelsaure Kalkerde) getränktes Grubenholz zeigte sich zu Schemnitz nach 3 Jahren noch im Splint ganz frisch, war aber schon im Kern angegangen.

*e.* Zu Eisenbahnschwellen, wie für Hölzer zu Eisenbahnbrücken, welche aber in neuerer Zeit immer unter Druck imprägnirt werden, hat man Quecksilbersublimat (Methode von M. Kyan, deshalb Kyanisiren genannt) in $\frac{1}{150}$ Verdünnung gebraucht, z. B. auf der badischen Staatsbahn im Jahre 1839; das Verfahren ist kostbar und in letzter Zeit ausser Gebrauch gekommen.

*f.* Die Behandlung mit Eisenvitriol ist zwar billig, hilft aber nicht viel. Ebenso ist die Tränkung mit Schwefelbarium und nachher folgendem Eisenvitriol auf der Köln-Mindener Bahn ungünstig ausgefallen.

*g.* Zinnchlorid nach dem Verfahren von Bréant ist mit dem besten Erfolge auf den hannöver'schen Eisenbahnen benutzt.

10) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 17. B. S. 63. — Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens. Wiesbaden 1870. S. 28.

*h.* Kupfervitriol[11]) nach der Methode von Boucherie ist mit Nutzen auf der Berlin-Hamburger Eisenbahn im Gebrauch; auch das Holzwerk an der Weichselbrücke bei Dirschau und der Nogatbrücke bei Marienburg ist mit Kupfervitriol getränkt. Auf der Steinkohlengrube Reden bei Saarbrücken[12]) präparirte man bis zum Jahre 1865 Buchen-, auch Kieferstämme vor dem Zerschneiden mit Kupfervitriol unter natürlichem Druck, wobei das Holz möglichst noch im Safte sein muss, um eine vollständige Imprägnirung zuzulassen. Die Hölzer scheinen eine gute Dauer zu besitzen. Auch an anderen Orten scheint sich das Verfahren zu bewähren.[13]) Dasselbe soll jedes Mal gelingen, wenn es gewissenhaft mit gesunden und frisch geschlagenen Bäumen vorgenommen wird, und wenn man die imprägnirten Hölzer an der Luft gehörig austrocknen lässt, damit sie gewissermassen vollständig mineralisiren und nicht beim Gebrauch die noch im Innern befindliche Flüssigkeit ausgepresst werde, was um so wichtiger ist, als sie ihre Conservirung offenbar nicht dem Ueberschuss an Kupfervitriollösung verdanken, sondern vielmehr der in ihnen entstehenden Verbindung des Kupferoxyds mit der Cellulose. Derartig von Boucherie selbst präparirte Eisenbahnschwellen haben von 1847 bis 1868 auf der französischen Nordbahn gelegen und sind vollständig unversehrt aufgenommen worden; selbst an der Contactstelle mit den Eisenbahnschienen, welche am ehesten der Verwesung ausgesetzt ist, hat man keine Veränderung wahrgenommen, was der vollständigen Austrocknung vor dem Gebrauch zugeschrieben wird. Nach Boucherie darf das Kupfervitriol kein Eisenvitriol enthalten, weil schon ein Gehalt desselben bis zu 6 Procent einen zerstörenden Einfluss auf das Holz ausübt. — Beim Grubenbau ist das Kupfervitriol zur Imprägnirung der Hölzer vortheilhaft auf den Gruben des Harzes, auch bei Kamsdorf verwendet worden; am letzteren Orte fanden sich bei einem Schachtabteufen an derselben Stelle, wo sich nicht präparirtes Holz alsbald mit Pilzschimmel bedeckte, die mit Kupfervitriol imprägnirten Hölzer ganz unversehrt.[14])

*i.* Von Beer in New-York ist das Imprägniren der Hölzer mit Boraxlösung[15]) empfohlen. In einem Trog von Holz oder Eisen wird eine gesättigte Lösung von Borax in Wasser in solcher Quantität dargestellt, dass das zu präparirende Holz gänzlich von der Flüssigkeit umspült ist. Die Lösung wird durch Dampf oder auf andere Weise bis zum Siedepunkt erhitzt und darin erhalten, das Holz wird eingelegt und bleibt 2 bis 12 Stun-

---

[11]) Weltz: Die Erklärung der Wirkung des Kupfervitriols in berg- und hüttenm. Zeitg. v. Bornemann u. Kerl. Freiberg 1862. S. 41.

[12]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 11. A. S. 255.

[13]) Dingler polyt. Journal Bd. 191. S. 330. — Berggeist. Köln 1869. S. 396. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1869. S. 319. — Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens. Wiesbaden 1869. S. 150.

[14]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 17. B. S. 63.

[15]) Dingler polyt. Journal Bd. 189. S. 184. — Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens. Wiesbaden 1870. S. 63.

den der Einwirkung der Flüssigkeit ausgesetzt, je nach der Porosität und Dicke des Holzes längere oder kürzere Zeit. Darauf wird dieselbe Operation noch einmal wiederholt, aber das Holz der Einwirkung der Flüssigkeit nur halb so lange Zeit ausgesetzt, als vorher; demnächst wird das Holz getrocknet und ist zum Gebrauch fertig. Wenn die Hölzer dick sind, ist es zu empfehlen, sie vorher mit Wasserdampf zur Entfernung des Saftes zu behandeln und noch nass und warm in die Boraxlösung zu bringen, wodurch die Operation abgekürzt wird. Sollen die Hölzer ganz wasserdicht gemacht werden, so bringt man Schellack, Harz oder andere Substanzen, welche in der Boraxlösung löslich, in kaltem Wasser aber unlöslich sind, in die Flüssigkeit, wodurch die Poren des Holzes wasserdicht verstopft werden. Eine Anwendung dieser Imprägnirungsmethode beim Grubenbau ist nicht bekannt geworden, sie dürfte für gewöhnliche Zwecke auch zu kostspielig erscheinen.

*k.* Bei einem Versuche, welchen Müller mit Imprägnirung der Hölzer durch verschiedene Salzlösungen anstellte, hat sich herausgestellt, dass eine Behandlung des Holzes in Natriumphosphat und eine darauf folgende in Chlorbarium am meisten zur Conservirung des Holzes beigetragen hat, indem sich phosphorsaure Baryterde bildet, welche die Holzfaser vollständig mineralisirt, während auch das ausgeschiedene Chlornatrium zur Conservirung beiträgt. Das Holz wurde in der 7procentigen Lösung von Natriumphosphat 5 Tage lang behandelt und nach dem Trocknen 7 Tage lang in der 3procentigen Lösung von Chlorbarium.[16])

*l.* Auf den Gruben bei Eggersdorf und Altenweddingen bestreut man Holz- und Bretterstapeln mit kali- und magnesiahaltigen Abraumsalzen von Stassfurt[17]) und hat dadurch eine so vorzügliche Conservirung der Hölzer bewirkt, dass man das Verfahren allgemein einführte. Für andere, von Stassfurt entfernter belegene Gruben möchte sich dasselbe kaum empfehlen, weil die Abraumsalze durch den Transport allzusehr vertheuert werden würden.

*m.* Herrschend scheint jetzt zu werden und ist es in England bereits, das Creosotiren[18]) nach dem Patente von Bethell, namentlich bei Eisenbahnen, Wasserbauten, auch bei Grubenhölzern; für Wasserbauten ist es deshalb zu empfehlen, weil es selbst die Zerstörung durch teredo navalis und limnoria terebrans vom Holze abhält. Daneben kommt in England allerdings das Imprägniren mit Zinkchlorid nach Burnett (burnettiring the timber) bei Anlagen vor, wo ein Auswässern des Salzes nicht zu befürchten ist, also in Gebäuden, wo der Creosotgeruch ausserdem unangenehm sein würde, ferner auch da, wo Feuersicherheit bezweckt wird, daher beim Schiffsbau und bei hölzernen Brückenconstructionen, indem Creosot die

---

[16]) Dingler polyt. Journal Bd. 202. S. 390. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1872. S. 78. — Glückauf. Essen 1872. No. 5.

[17]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 17. B. S. 63.

[18]) Vogt a. a. O.

Verbrennlichkeit vermehrt, Zinkchlorid auf Unverbrennlichkeit hinwirkt. Das Creosotiren ist auch ziemlich allgemein eingeführt bei der Köln-Mindener, Aachen-Düsseldorfer, Oberschlesischen und Ost-Eisenbahn. In England zeigen vor 20 Jahren gelegte, creosotirte Schwellen von einheimischem und amerikanischem Nadelholz noch keine Spur von Fäulniss. Zum Imprägniren dient das fälschlich sogenannte Creosotöl, erhalten durch Destillation des Leuchtgastheers; dabei werden gewonnen:

1) in der Hitze von 80 bis 140 Grad Celsius rohes Naphta, welches leichter als Wasser ist und bei der Rectification mittelst Wasserdampf in einer Temperatur von 80 bis 100 Grad Celsius Benzin, von 140 Grad C. raffinirte Naphta liefert, die zur Auflösung von Kautschuk (India rubber) dient, 2) bis 180 Grad C. erhält man Brenn-Naphta, 3) bei grösserer Hitze die schweren Oele, während der Rückstand Pech bildet, der zur Briquettefabrikation dient. Die Oele werden zum Imprägniren der Hölzer benutzt, sie enthalten Carbolsäure (Phenylsäure, Phenyloxydhydrat $= C_{12} H_5 O + HO$), welche ähnlich wie Creosot ($C_{24} H_{14} O_5$ nach Gottlieb, $C_{26} H_{16} O_4$ nach Wöhler) antiseptisch wirkt und sich mit dem Albumin des Zellengewebes in den Hölzern verbindet; ausserdem hüllen die schweren Oele die Holzfaser ein. Am meisten Carbolsäure wird aus der Cannelkohle von Wigan, bis 14 Procent, gewonnen, aus der Kohle von Newcastle nur 5 Procent; überhaupt je gasreicher die Kohle, desto mehr Ausbeute an Carbolsäure liefert der Theer. Die Oele werden durch Einleiten von Wasserdampf oder besser durch Erhitzen mit Wasserdampf auf 40 bis 50 Grad C. in einen zum Imprägniren geeigneten Flüssigkeitszustand gebracht. Man benutzt einen cylinderischen Kessel von starkem Eisenblech, (4 bis 6 Fuss) 1,255 bis 1,883 Meter im Durchmesser, (30 bis 82 Fuss) 9,416 bis 25,736 Meter lang, welcher einen Druck von 15 Kilogramm auf den Quadratcentimeter aushalten kann; die Hölzer werden zuvor 3 bis 12 Monate lang aufgestapelt, um sie auszutrocknen, wobei man darauf sehen muss, dass sie keine Risse bekommen. Dieselben werden in den Kessel gebracht, dieser alsdann geschlossen, und demnächst wird mittelst einer Luftpumpe, welche ein Vacuum von (20 Zoll) 5 Centimeter Quecksilber hervorbringt, der Kessel ausgepumpt, demnächst werden die Oele eingelassen und nöthigenfalls giebt man Druck mit der hydraulischen Presse von 9 bis 11 Kilogramm auf den Quadratcentimeter. Man rechnet bei Eisenbahnschwellen 7 bis 8 Pfund Oel auf den Kubikfuss Kiefernholz, bei Seebauten 9 bis 10 Pfund und erreicht je nach der Consistenz des Oeles diesen Gehalt der Schwellen an Oel, den man durch Verwiegen controlirt, oft in einer Stunde, oft muss man den Druck 20 Stunden lang wirken lassen.

Das Creosotiren der Hölzer[19]) ist auf der Steinkohlengrube bei Ibbenbüren (Westfalen), den Braunkohlengruben bei Weissenfels (Provinz

---

[19]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 17. B. S. 63.

Sachsen) und auf den Erzgruben bei Kamsdorf (Provinz Sachsen) zur Anwendung gelangt und hat sich gut bewährt, wenn auch hier überall der starke Geruch, wenigstens im Anfang der Verlagerung der Hölzer, wahrgenommen wurde, welcher namentlich in Steinkohlengruben, deren Flötze zur Entzündung neigen, wegen seiner Aehnlichkeit mit dem Geruch der Brandgase nachtheilig werden kann.

*n.* In ähnlicher Weise wird das bei der Destillation der Braunkohle gewonnene Paraffin in rohem Zustande zur Imprägnirung der Hölzer empfohlen.[20])

Auf der Grube von der Heydt bei Saarbrücken[21]) hat man mehrere Thürstockgeviere nebst Schwellen aus verschieden präparirtem und nicht präparirtem Eichen- und Nadelholz an einer Stelle eingebaut, um den Werth der Imprägnirung zu constatiren, es wurde Steinkohlentheeröl, Zinnchlorid, Quecksilberchlorid angewendet; der Versuch begann im Jahre 1862, und bis jetzt (im Jahre 1872) ist so viel constatirt, dass die nicht imprägnirten Hölzer bereits faul geworden sind und der Auswechselung bedürfen, während die imprägnirten zwar mit Schimmel bedeckt, aber noch gesund im Holz sind, ein Vorzug des einen Präparats vor dem andern hat nicht festgestellt werden können. Doch steht fest, dass in Steinkohlengruben, namentlich in solchen mit brandigen Wettern, die creosotirten Hölzer wegen ihres starken Geruchs kaum anwendbar sind. Auch auf der Königsgrube in Oberschlesien hat man im Erbreichschacht No. II. creosotirte Hölzer im Monat März 1863 als ganze Schrotzimmerung bis zur Tiefe von 15 Metern eingebaut, bis wohin bekanntlich in der Regel die Hölzer vorzugsweise der Fäulniss ausgesetzt sind; man hat in den weiteren Teufen nicht imprägnirtes Holz angewendet, weil die Kosten, nämlich 7 Sgr. auf den Kubikfuss, zu bedeutend erschienen. Bei einer im Juli 1872 vorgenommenen Untersuchung der creosotirten Hölzer, welche durch Anbohren und Anhauen mittelst der Axt erfolgte, zeigten sich die Hölzer völlig unversehrt, die Farbe der Holzspäne, wie der intensive Geruch zeigten, dass der Creosotgehalt in keiner Weise abgenommen hat. Das nicht präparirte Holz in weiteren Tiefen des Schachtes erfüllte zur Zeit auch noch seinen Zweck, zeigte aber bereits geringere Festigkeit, als das creosotirte, und lässt auf eine viel geringere Dauerhaftigkeit schliessen.

Imprägnirten Hölzern schadet übrigens die spätere Bearbeitung, weil dadurch Flächen blossgelegt werden, die nicht vollständig und wenigstens nicht gut imprägnirt sind, wie die äusserlich dem Drucke ausgesetzten; man hat deshalb für den eben erwähnten Versuch auf der Grube von der Heydt die Hölzer vor der Imprägnirung fertig bearbeitet. Beim Bergbau wird indess das Imprägniren immer Ausnahme bleiben, weil es zu theuer ist und man dann lieber Mauerung anwendet, nur da, wo die Ausmauerung nicht möglich und das Auswechseln des Holzes mit Schwierigkeiten ver-

[20]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1872. S. 123.
[21]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 11. A. S. 255.

bunden ist, z. B. in Schächten, Strecken, Stolln, welche beständig benutzt werden, empfiehlt sich das Imprägniren, so auch bei kleinerem Holzwerk, wie bei Schwellen, Pumpenlagern, Schachtleitungsbäumen u. dgl. m.

### II. Allgemeine Grundsätze bei der Zimmerung.

Man hat zu unterscheiden:

1) einfache Zimmerung, welche aus einzelnen selbstständigen Hölzern besteht;

2) zusammengesetzte Zimmerung, bei welcher mehrere Hölzer in Verband gebracht sind; hierbei hat man wieder zu unterscheiden: Hauptgölzer, welche den Druck aufnehmen, auf welche der Druck abgeladen wird, Ausfüllungshölzer, welche indess nicht immer nothwendig sind, sie füllen den Raum zwischen den Haupthölzern und dem Gebirge aus und laden den Druck auf diese ab (Verzieh-, Verschluss-, Füllungshölzer, Spliesshölzer, Spitzen, Pfähle).

Man unterscheidet ferner verlorene Zimmerung, welche nur provisorisch die geöffneten Grubenräume aufrecht erhalten und später einem definitiven Ausbau Platz machen soll, und definitive Zimmerung.

Nach der Form gebraucht man das Holz als Stammholz, halbirtes Holz, Kreuzholz und gerissenes Holz; das Stamm- oder Ganzholz dient zu den Haupttheilen der Zimmerung, ebenso zuweilen das halbirte Holz und das Kreuzholz, dieses macht den Uebergang zu dem gerissenen oder getheilten Holze, welches zu den Füllungen benutzt wird; statt des letzteren wendet man, wenn das Holz auf dem Stamm gekauft wird, auch wohl Zweige, Aeste, Gipfelstöcke u. s. w. an. Scheitholz ist kurzes Stammholz und wird ebenfalls zu Füllungen und zur Anfertigung von Pfählen verwendet.

Bearbeitung des Holzes. Als Rundholz benutzt man das Holz namentlich zu Stempeln, fast immer bei Nadelhölzern, wogegen Laubhölzer in der Regel beschlagen werden, besonders wenn eine gewisse Regelmässigkeit erforderlich ist, z. B. in Schächten, in welchem Falle man bei runden Nadelhölzern wohl die Wipfelenden verwendet. Geschnitten (scharfkantig) wird zur eigentlichen Unterstützung wohl nur Laubholz benutzt, gern wegen der Regelmässigkeit und der Entfernung des Splintes bei Eichenholz in Schächten; ganz unentbehrlich ist das geschnittene Holz bei wasserdichter Zimmerung, wo es sogar behobelt wird; auch zur Schachtzimmerung in Westfalen wird das Holz bisweilen behobelt, weil sich dann die Feuchtigkeit weniger hält, als bei rauhem Holze. Zum geschnittenen Holz gehören auch die Bretter und Bohlen, d. h. Bretter von mehr als ($1\frac{1}{2}$ bis 2 Zoll) 39 bis 52 Millimeter Stärke, welche als Unterlagen, z. B. bei Mauerung, statt gerissener Pfähle bei Abtreibearbeiten, dann aber oft behobelt vorkommen; man unterscheidet gesäumte und ungesäumte Bretter. Schwarten sind brettähnliche Stücke, welche beim Kantigmachen eines Stammes entstehen oder die äussersten

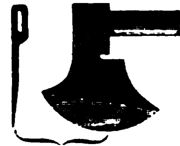
Seiten beim Zerschneiden eines Stammes zu Brettern bilden. Gerissenes Holz hat den Vorzug fast unversehrter Fasern, geschnittenes hat mehr Regelmässigkeit, glattere Oberfläche, gestattet daher der Feuchtigkeit weniger Halt und dringt beim Abtreiben der geringeren Reibung wegen besser ein.

Als Gezähe sind zu erwähnen: die Axt mit doppelt zugeschärfter Schneide, auch Kaukamm genannt, Fig. 212, und das Beil mit einseitiger Schärfe, Fig. 213, welche beide gewöhnlich mit Einschnitten zum Ausziehen von Nägeln versehen sind, obwohl solche beim eigentlichen Ausbau nicht angewendet werden dürfen; ferner gehören hierher die Säge (Bügel- und Stosssäge), das Sperrmaass, das Loth, die Setzwage, ausserdem werden viele von den Hauergezähen beim Grubenausbau gebraucht.

Fig. 212.



Fig. 213.



Zu Verbindungen der Hölzer darf man niemals eiserne Nägel, nur ganz ausnahmsweise hölzerne Döbbel anwenden; sonst stellt man die Verbindungen durch correspondirende Einschnitte, seltener und weniger gut durch Zapfen her. Die Befestigung der Hölzer gegen das Gebirge erfolgt mittel- oder unmittelbar durch Keile; dabei dürfen leere Räume zwischen Zimmerung und Gebirge nicht geduldet, müssen vielmehr durch Berge ausgefüllt werden, nie darf man hierzu altes Grubenholz benutzen, weil es die Fäulniss überträgt.

Die Grösse des Druckes zur Ermittelung der Stärke des zu verwendenden Holzes kann selten berechnet werden, obwohl für den Firstenkasten hierzu Regeln aufgestellt sind; daher ist die Stärke der Zimmerung Sache des praktischen Blicks, nur bei Wasserdruck ist eine Berechnung möglich.

Die Zimmerung ist verschieden nach der Art des zu unterstützenden Grubenbaues und dann wieder nach den Richtungen des Drucks und der Gebrächheit der Massen.

Hiernach hat man getrennt zu behandeln:

1. Zimmerung in Strecken und Abbauen,
2. Zimmerung in Schächten,

denen sich die Abtreibezimmerung anschliesst.

### III. Zimmerung in Strecken und Abbauen.

#### a. Einfache Zimmerung.

Bei der einfachen Zimmerung wirkt jedes Holz für sich, entweder gegen den Druck in der Achsenrichtung des Holzes d. h. als Säule mit

der rückwirkenden Festigkeit oder gegen den rechtwinkelig darauf lastenden Druck d. h. als Balken mit der relativen Festigkeit; jene hat man in Sachsen Bolzen, diese Stempel bezeichnet, hier soll, der Ausdrucksweise in den meisten Bergrevieren sich anschliessend, für beides die Benennung Stempel beibehalten, der zweite Fall allenfalls als Firstenstempel bezeichnet werden, welcher mehr nach Art von Kappen belastet wird, übrigens sehr häufig auch Druck aus dem Hangenden gleichzeitig abhalten muss.

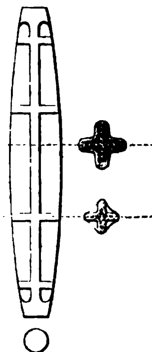
Stempel sind bei der Ausgewinnung plattenförmiger Lagerstätten überaus häufig, besonders in Abbauen; sie sind für sich allein nur anwendbar, wenn die Masse in grösseren Platten drückt, nicht zu gebräch und kurzklüftig ist. Wo nur einzelne Stellen zu stützen sind, sucht man diese durch Beklopfen auf; wo sich das Gestein in ganzen Massen loszieht, wenn es ohne Unterstützung bleibt, setzt man die Stempel ganz regelmässig und reihenweise nach Streich- und Falllinie, besonders in Abbauen, wie die Orgeln beim Abbau der Steinkohlen in Oberschlesien. Am Liegenden stellt man gewöhnlich für den Stempel ein Bühnloch her, während er am Hangenden entweder glatt angetrieben wird, was indess nur räthlich, wenn glatte Fläche vorhanden ist, weil sonst ein Aufspalten des Hirnholzes zu befürchten bleibt, oder mittelst Anpfahl, dessen Fasern der Fläche parallel liegen, also weniger leicht aufspalten, derselbe wirkt zunächst als Keil, kann aber auch dazu dienen, den Unterstützungskreis etwas zu erweitern; zu grosse Länge des Anpfahls ist ganz unnütz, weil sich die Enden doch durchbiegen, ebenso wenig ist es von Nutzen, Pfähle von Anpfahl zu Anpfahl zu legen. Im Allgemeinen steht der Stempel nahe rechtwinkelig zum Hangenden, etwa 5 bis 10 Grad steiler, damit er sich aus Veranlassung des Drucks rechtwinkelig stellen kann. Das ins Bühnloch zu stellende Ende berändert man, schon weil ein solches Loch nach Unten leicht etwas enger wird, dann auch, um das Splittern an der scharfen Kante zu verhüten. Den Firstenstempeln giebt man in Sachsen bei nicht weiten Bauen auf einer Seite, bei weiten Bauen auf beiden eine schiefe Fläche an den Enden, das sogenannte Lange, welches bei (8 Zoll) 209 Millimeter Durchmesser etwa ($^3/_4$ Zoll) 20 Millimeter gegen den vertikalen Schnitt vorsteht, für lange Firstenstempel muss die schiefe Fläche mehr geneigt sein, doch steht die Neigung nicht im geraden Verhältniss zur Stärke. Das stärkste Ende des Holzes kommt an den Anpfahl, um für das Bühnloch an Zeit zu sparen; krumme Hölzer sind für eigentliche Stempel verwerflich, bei Firstenstempeln wird die Krümmung gegen den Druck gelegt.

Das Eintreiben des Stempels erfolgt von Oben, beziehungsweise von der Seite her, nur selten von Unten, wo er bei starker Neigung der Lagerstätte nie sehr fest wird, wenigstens muss er dann unten einen Anpfahl oder Fusspfahl erhalten, den man auch in Ermangelung eines festen Bühnlochs bei gewöhnlichen Stempeln giebt; besteht der Fusspfahl aus Halbholz, so höhlt man dies gern aus, damit der Stempel mit breiter Fläche

darauf ruhen kann, oder man höhlt den Stempel aus oder schneidet ihn nur ein, damit er sich dem runden Fusspfahl anschliesst (der Stempel „reitet" auf dem Fusspfahl); ähnlich wie ein Anpfahl beim Hangenden kann auch ein Fusspfahl beim Liegenden die Unterstützung vermehren. Ein Stempel ohne Anpfahl und Fusspfahl steht barfuss. Ein gut gesetzter Stempel muss hell klingen und darf nicht zu „stolz" stehen.

Auf der Steinkohlengrube Monkwearmouth[22]) bei Sunderland werden auf einem (5 Fuss) 1,569 Meter mächtigen, 5 bis 12 Grad geneigten Flötze gusseiserne Stempel mit kreuzförmigem Querschnitt (Fig. 214) angewendet, sie sind ($4^3/_4$ Fuss) 1,491 Meter lang und erhalten hölzerne Anpfähle; man setzt nie mehr als 3 Reihen solcher Stempel vor dem Arbeitsstoss des Strebes, indem nach dem Vorrücken der Arbeit immer die hintere Reihe wiedergewonnen wird, um vorn von Neuem versetzt zu werden. Die Stempel stehen (6 Fuss) 1,883 Meter von einander, die Reihen (3 Fuss) 0,942 Meter und werden so geordnet, dass der Stempel in der einen Reihe immer zwischen 2 Stempeln in der vordern Reihe steht. Besser als diese kreuzförmigen Stempel möchten Röhren aus Gusseisen sein.

Fig. 214.



Auf der Grube Netherton bei Morpeth[23]) werden zur provisorischen Zimmerung gar keine hölzernen, sondern nur gusseiserne Stempel genommen, welche aus zwei gleichen Stücken bestehen, die gegen einander verzahnt sind und durch einen schmiedeeisernen Ring zusammengehalten werden; sollen die Stempel weggenommen werden und liegt der Druck schon darauf, so wird der Ring heruntergeschlagen und beide Theile des Stempels lösen sich dann sehr leicht.

Auch Greenwell beschreibt derartige Stempel, welche bei (4 Fuss) 1,255 Meter Länge 50 Pfund wiegen und 60 tons oder 1200 Centner tragen können; sie werden entweder unmittelbar auf das Liegende (the shill) gesetzt, drücken sich dann aber so ein, dass sie mit Winden wieder gewonnen werden müssen, oder sie werden auf (2 Fuss) 628 Millimeter lange, (8 Zoll) 209 Millimeter breite, (6 Zoll) 157 Millimeter hohe hölzerne Klötze (chocks) gesetzt, welche ihrerseits auf einer Unterlage von (18 Zoll) 471 Millimeter hohem klarem Haufwerk (small rubbish) ruhen.

In Westfalen sind Versuche vorbereitet worden, thönerne Stempel, sowohl runde, wie vier- und sechseckige, bei dem Grubenbetrieb zu verwenden.[24]) Ueber den Erfolg des Versuchs liegen zur Zeit Berichte nicht vor.

---

[22]) Herold: Der Bergbau im Steinkohlengebirge Englands in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 3. B. S. 59.

[23]) Bluhme in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 14. B. S. 269.

[24]) Glückauf. Essen 1868. No. 43.

Die bewegliche Zimmerung oder der Schraubenstiefel (boisage mobile, vis-botte)[25]) auf den Gruben von Anzin, von Dernoncourt daselbst angegeben, dient nur für kurze Zeit, bis der Versatz hergestellt ist, und wird dann wieder beseitigt. Sie besteht in kurzen Stempeln oder Klötzen von Ulmen- oder jetzt von Eichenholz, welche durchbohrt sind und gegen das Zerreissen mit eisernen Bändern umlegt sind, durch den Klotz hindurch geht eine eiserne Spindel mit rechteckigen Gängen, auf welcher sich eine entsprechende Mutter befindet; auf der Spindel ruht oben ein weiches Stück Holz, auf dem ein eiserner Teller befestigt ist, der bestimmt ist, den Anpfahl zu tragen. Indem man die Mutter anzieht, drückt sich der Stempel oben gegen den Anpfahl, unten gegen die Sohle; um das Eindringen in das Liegende zu vermeiden, wird in neuerer Zeit unter den Holzklotz ein eiserner Ring gelegt und mit klarer Kohle ausgefüllt. Diese Art Zimmerung ist bei Flötzneigungen bis 35 Grad versucht uud soll angeblich namhafte Ersparungen mit sich führen; bei grösseren Neigungen ist sie wohl kaum anwendbar. Diese Zimmerung gewinnt im nördlichen Frankreich und in Belgien an Ausdehnung. Man erspart dabei wesentlich an Holzkosten, vermehrt die Sicherheit der Arbeiter, diese haben das Holz zur Zimmerung nicht herbeizuschaffen, brauchen viel geringere Zeit zur Unterstützung des Gebirges und können deshalb sich der Kohlengewinnung mehr widmen. In neuerer Zeit lässt Dernoncourt die Schraubenmutter und Schraubenspindel nicht mehr, wie früher, aus Stahl, sondern aus bestem Eisen fertigen.

Reichen Stempel mit Anpfählen zur Begegnung des Druckes nicht mehr aus, so unterfängt man die Gesteinsfläche mit Hölzern, Unterzügen (Schalhölzer in Westfalen, Bänke in Saarbrücken), gern aus Halbholz, und unterstützt sie nach Umständen durch mehrere Stempel, welche man in Bühnlöcher stellt; auf diese Weise geht man in die zusammengesetzte Zimmerung über, indem man bei noch stärkerem Druck auch Pfähle anwendet; wenn das Liegende schlecht ist, wird auch hier ein Unterzug angebracht. Die Unterzüge liegen immer mit ihrer Achse rechtwinkelig zur Richtung des Betriebs, also in der Falllinie bei streichendem Betrieb und umgekehrt; sie nähern sich bei flachem Fallen den Kappen, bei steilem den Thürstöcken der Thürstockzimmerung.

Wo der Raum für einen Stempel zu hoch ist, wendet man wie z. B. in Wieliczka Schränke oder Schragen an, rechtwinkelig sich kreuzend über einander gelegte Stämme, deren Zwischenräume mit Bergen ausgefüllt werden, Fig. 215; an anderen Stellen bringt man die Hölzer in eine Art Blockverband und füllt den inneren Raum mit Bergen, Fig. 216. Diese

[25]) Fabricius: Die wichtigeren Steinkohlenreviere Belgiens u. Frankreichs in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 8. B. S. 179. — Havrez: Mobile Zimmerung in berg- u. hüttenm. Zeitg. v. Kerl u. Wimmer. Leipzig 1864. S. 72. — Dernoncourt: Des vis-bottes in bulletin de la société de l'industrie minérale. Paris. t. XIII. p. 541. — Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure Bd. 14. S. 45.

Unterstützungen fassen eine grössere Fläche, kosten aber viel Holz. Solche Schränke, aber viel weniger hoch, kommen auch in Sinkwerken zur Unterstützung des Himmels vor (s. g. Unterbilds- oder Stützkasten),[26])

Fig. 215.

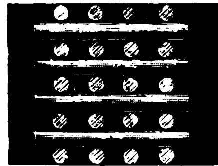
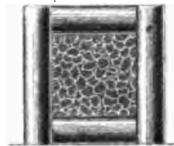


Fig. 216.



indem runde Stämme von ($\frac{1}{2}$ bis 2 Fuss) 157 bis 628 Millimeter Durchmesser kreuzweise, scheiterhaufenartig über einander und je nach dem Drucke dicht an einander oder mit Zwischenräumen gelegt werden; der dichte Anschluss an den Himmel wird dadurch erreicht, dass man die oberste Lage aus Schwarten bildet, deren Dimensionen man nach Bedürfniss auswählen kann. Auch bei dem Steinkohlenbergbau in England hat man Aehnliches. Bei dem Pfeilerabbau auf der Victoria-Grube in Yorkshire[27]) werden zur Verhütung des Druckes zwischen den Stempelreihen 3 Holzstösse aus (2 Fuss) 628 Millimeter langem, (6 Zoll) 157 Millimeter im Quadrat starkem Holze bis zum Hangenden aufgeführt, welche mit dem Vorrücken des Abbaustosses von hinten her mittelst Haken wieder gewonnen werden. Auf dem Bergwerk Kirkless Hall[28]) setzt man in Ermangelung von Bergen Pfeiler aus kreuzweis über einander gelegten (2 Fuss) 628 Millimeter langen Hölzern in (2 Fuss) 628 Millimeter Entfernung von einander zur Sicherung des Abbaustosses. Auf der Grube Montwearmouth werden beim Strebbau (long wall works) derartige Pfeiler aus (3 Fuss) 0,942 Meter langen, (8 bis 10 Zoll) 209 bis 262 Millimeter starken Hölzern in Entfernungen von (18 bis 24 Fuss) 5,649 bis 7,533 Meter und in zwei Reihen alternirend auf etwas Kohlengrus gesetzt, wodurch theils der Druck allmälig von dem Holze aufgenommen, theils die Wiedergewinnung erleichtert wird. Bei der Eisensteingewinnung der Dundyvan Iron Compagnie bei Gartsherrie werden zur Vermeidung eines zu grossen Drucks an den Kreuzungspunkten der Förderstrecken mit den Diagonalen Pfeiler aus horizontal und kreuzweis über einander und dicht neben einandergelegten vierkantigen Hölzern von (6 Fuss) 1,883 Meter Länge bis zur Höhe von (5 Fuss) 1,569 Meter gebildet. Derartige Mittel bedingen indess eine söhlige oder fast söhlige Unterlage.

---

[26]) Huyssen: Der Salzbergbau in den Salzkammergütern in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 2. B. S. 29. — Hailer: Der Salzbergbau zu Berchtesgaden, ebenda, Bd. 4. B. S. 82.

[27]) Busse: Der Steinkohlenbergbau Englands, ebenda, Bd. 6. B. S. 89.

[28]) Serlo, v. Rohr, Engelhardt: Der Steinkohlenbergbau in England und Schottland; ebenda, Bd. 10. B. S. 31. S. 36.

### b. Zusammengesetzte Zimmerung.

Während also durch die einfache Zimmerung einzelne Stellen des Gebirges vor dem Hereinbrechen geschützt werden sollen, unterstützt die zusammengesetzte Zimmerung Flächen und hat je nach den Umständen ein, zwei, drei oder vier Flächen zu sichern; die Sicherung einer Fläche kommt fast nur hinsichtlich der Firste vor und zwar bei steil fallenden Lagerstätten, die Firstenzimmerung fällt indess fast ganz und gar mit der Zimmerung der Firstenkasten zusammen, nur dass die letztere auch Berge tragen soll.

Es kann daher unterschieden werden:

1) Zimmerung bei Firstenkasten (ähnlich bei Strossenkasten),
2) Thürstockzimmerung in Strecken mit nahezu seigeren Stössen,
3) Zimmerung in geneigten Strecken oder vielmehr in Strecken auf geneigten plattenförmigen Lagerstätten von nicht grosser Mächtigkeit, so dass das Hangende entblösst wird.

#### 1. Firstenkasten.

Wenn nur der Druck der Berge abzuhalten ist, so bringt man als Firstenkasten eine Zimmerung, ähnlich wie beim Firstenverziehen an. In gehöriger Entfernung von der Sohle werden in gleichmässigen Abständen von einander Stempel angebracht, welche entweder gleich stark sind, oder bei welchen immer ein Hauptstempel mit einem schwächeren Hilfsstempel abwechselt; über diese werden Scheithölzer oder gerissene Stammhölzer in der Weise gelegt, dass das vordere immer das hintere am Ende ein wenig überdeckt, auf diesen Deckhölzern lagern aldann die Berge. (Fig. 217 und 218.) Bisweilen erhalten die Stempel noch Anpfahl oder

Fig. 217.

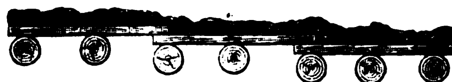


Fig. 218.

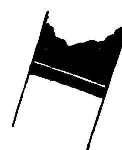


Fig. 219.




auch Fusspfahl, wird das Hangende etwas brüchiger, so verlagert man den Anpfahl. Um bei einem steilstehenden, ausgekehlten Stempel das Zurückspringen zu verhindern, bedient man sich des s. g. Bocks, eines etwa (3 Zoll) 78 Millimeter langen Pflocks (a in Fig. 219), für den man einen Spahn aus dem Anpfahl nimmt, damit der Pflock zur Befestigung des Stempels eingekeilt werden kann.

Bei mächtigen Gängen, wie zu Marienberg, Ehrenfriedersdorf, wendet man Sparrenzimmerung an, was aber nur bei steilem Fallen angeht,

weil sonst ein Sparren mehr als der andere zu tragen hat; man stellt die Sparrenstempel (Fig. 220 und 221) so, dass die Höhe des Dreiecks gleich einem Viertel der Grundlinie ist; die Stempel werden barfuss gesetzt, müssen, wo möglich, gleich lang sein und erhalten zwischen sich in der Sparrenfirste ein (3 Zoll) 78 Millimeter starkes Richtbrett, durch welches mehrere Sparrenpaare zu einem Ganzen vereinigt werden. Ueber die Sparren werden wiederum gerissene Hölzer und darauf die Berge gelegt.

Fig. 220.

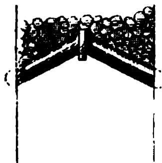
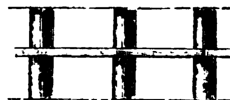


Fig. 221.



Bei grösserem Druck und ansehnlicher Mächtigkeit giebt man dem Firstenkasten Verstärkungen: durch Streben, welche die Stempel gegen einen oder beide Stösse abspreizen, Fig. 222 und 223; durch Bolzen, welche die Stempel gegen die Sohle absteifen, durch Unterzüge und Bolzen, welche in gleicher Weise den Druck in die Sohle verpflanzen; nöthigenfalls werden die Bolzen auf Grundschwellen gesetzt und wiederholt, wenn die Strecke sehr breit ist.

Bei flach fallenden Gängen ist auch oft eine Seite zu verwahren durch das s. g. Stossverschiessen, welches ganz ähnlich wie das Verziehen der Firste erfolgt, nur dass die Stempel aufgerichtet stehen.

Fig. 222.

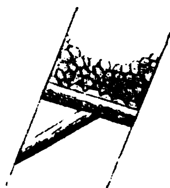


Fig. 223.

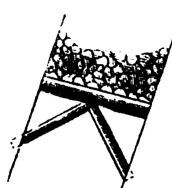
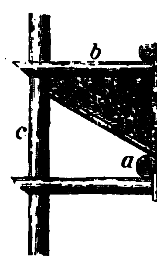


Fig. 224.




Wenn bei dem Firstenkasten zwei Seiten zu verwahren sind, so geschieht dies entweder durch Kastenschlag mit Anpfählen und Unterzügen oder durch Thürstockzimmerung. Die Stempel sind gewöhnlich mit Anpfahl, c in Fig. 224, verbunden; um mehr Halt zu geben, kommt, wenn auch nicht bei jedem Stempel, das Streblager b dazwischen; da das Liegende einen bedeutenden Druck auszuhalten hat, so liegt unter allen Stempeln ein Unterzug a, der auf dem Streblager ruht, über den Stempeln befindet sich der gewöhnliche Verzug. Wenn der Bau eine grössere Weite von (2 und mehr Lachtern) 4 und mehr Meter hat, wird der Stempel

noch in der Mitte durch Bolzen abgesteift, welche auf Grundsohlen stehen, oder auch durch Streben mit Unterzügen, welche ihrerseits durch Bolzen unterstützt werden, die s. g. Streblagerzimmerung.

Wenn man ein Verschieben der Länge nach befürchtet, so steift man die Stempel und Anpfähle durch Einstriche ab, welche Verbindung von Stempeln, Bolzen u. s. w. man am Harze Stempelzug nennt. Eine andere Unterstützung von zwei Seiten ist die am Harze vorkommende Kreuzzimmerung aus Anpfählen ac in Fig. 225 und 226 und Stempeln bd bestehend, welche abwechselnd am Hangenden und Liegenden liegen.

Fig. 225.

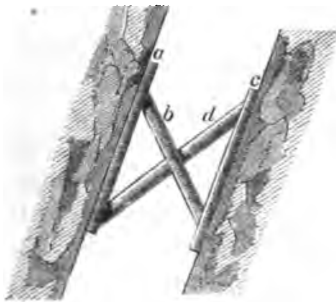
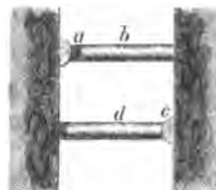



Fig. 226.




2. Thürstockzimmerung.

Die Thürstockzimmerung ist überall anwendbar, wo die Strecke einen rechteckigen oder trapezoidalen Querschnitt bekommt mit horizontaler Firste und Sohle und seigeren oder nahe seigeren Stössen; sie eignet sich also für regelmässige Baue, die jedoch eine gewisse Weite nicht übersteigen dürfen.

Ganze Thürstockzimmerung besteht aus der Kappe a und den Thürstöcken bb in Fig. 227, welche noch vervollständigt wird durch die Schwelle oder Grundsohle, wodurch das Gezimmer dann einen geschlossenen Rahmen bildet. Halbe Thürstockzimmerung, Fig. 228,

Fig. 227.




Fig. 228.



tritt ein, wenn der eine Stoss fest ist, dann liegt in diesem die Kappe im Bühnloche. Die Kappenzimmerung allein ohne Thürstöcke ist verhältnissmässig selten, die Kappe wird dann in beide Stösse eingebühnt. Wo

Förderbahnen über offener Wasserseige laufen, kommt noch eine Spreize hinzu, durch welche zugleich die Thürstöcke unten gegen eianander abgespreizt werden.

Man hat ferner noch zu unterscheiden: gewöhnliche Thürstockzimmerung, bei welcher die Thürstöcke senkrecht oder nahe senkrecht stehen, Sparrenthürstockzimmerung, wo die Thürstöcke nicht durch die ganze Streckenhöhe gehen, also nicht auf der Sohle, sondern in den Stössen der Strecke aufruhen.

Die Verbindung zwischen Thürstöcken und Kappe beruht theils auf Herkommen, theils richtet sie sich nach der Art des Drucks; man hat das Zusammenblatten, das Einkehlen (nur bei runden Hölzern), das Zusammenzapfen.

Das Zusammenblatten erfolgt, wie aus Figur 229 ersichtlich, wo a und d Eingeschneide, b Gesicht, c Kopf, e Platte heissen; wenn Seitendruck vorhanden ist, dürfen die Einschnitte nicht zu flach sein, sie müssen stets genau auf einander passen, bei Rundholz wird das Gesicht wohl etwas ausgekehlt. Wenn der Hauptdruck auf der Kappe ruht, wendet man Fig. 230 an, ruht er auf dem Thürstock, Fig. 231, zwischen denen Fig. 232 eine Mittelform ist; die Verbindung Fig. 233, 234 ist unzweckmässig.

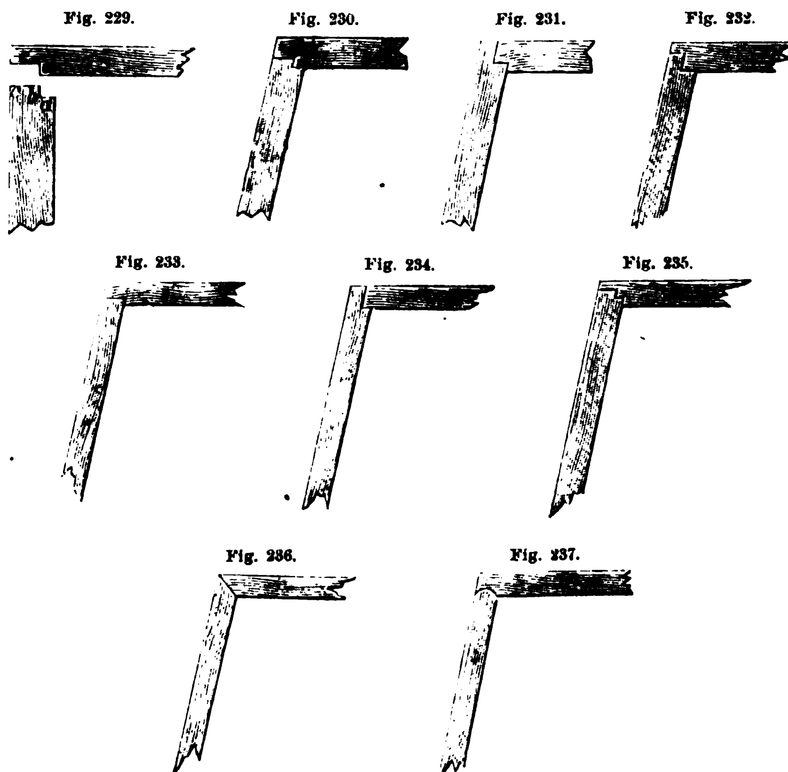
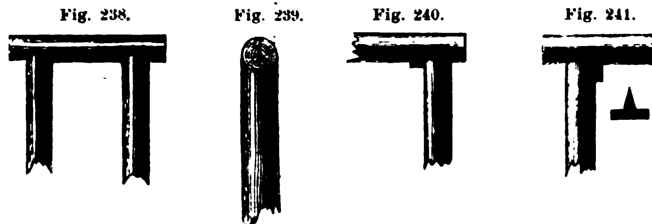

Fig. 229. Fig. 230. Fig. 231. Fig. 232.
Fig. 233. Fig. 234. Fig. 235.
Fig. 236. Fig. 237.

Fig. 235 zu complicirt, Fig. 236 schwer herzustellen und verwerflich, weil das Holz leicht splittert, die Verbindung in Fig. 237, welche auf dem Salzwerk zu Ischl[29]) vorkommt, nähert sich der in Figur 230 dargestellten, bei welcher die Einschnitte etwa (1 Zoll) 26 Millimeter tief gemacht werden.

Das Aus- oder Einkehlen (Ausscharen, Zusammenscharen) ist einfacher, findet fast nur bei Rundholz statt, indem die Stirnfläche der Thürstöcke so ausgehauen wird, dass die Rundung der Kappe hineinpasst. Fig. 238 und 239. Der Druck aus der Seite kann bei dieser Verbindung ohne Anwendung besonderer Mittel nicht abgehalten werden, auch gegen Firstendruck ist der Widerstand unvollkommen, weil der Thürstock leicht spaltet; dagegen ist die Verbindung für das Auswechseln bequem, wenn wenig Raum vorhanden ist. Die Mittel zur Sicherung gegen Seitendruck

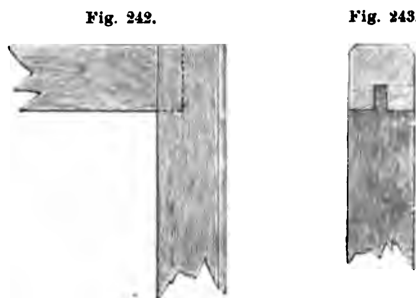
Fig. 238. Fig. 239. Fig. 240. Fig. 241.



sind: entweder Kappenkeil, Fig. 240, welcher nach dem Setzen des Gezimmers zwischen Kappe und Thürstock eingetrieben wird, oder Vorschlag, Fig. 241, ein Nagel, den man in die Kappe einschlägt, um das Ausweichen der Thürstöcke zu verhindern, oder Kappensteg (Kehleinstrich), ein Holz von (3 bis 5 Zoll) 78 bis 131 Millimeter Stärke, welches unter der Kappe zwischen die Thürstöcke getrieben wird.

Die unvollkommenste Verbindung ist das Zusammenzapfen und kommt nur bei beschlagenem Holze vor; der Zapfen wird in der Regel den Thürstöcken gegeben, Fig. 242 und 243, seltener der Kappe.

Fig. 242. Fig. 243.

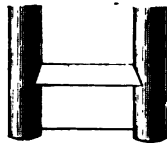


Bei dem Aufstellen der Thürstockzimmerung ist als Regel zu beobachten, dass man das starke Ende der Thürstöcke nach Oben kehrt und

[29]) Huyssen a. a. O. in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 2. S. 28.

bei gebogenen Hölzern die Biegung nach Aussen; ferner müssen sämmtliche Gezimmer in einer Ebene rechtwinkelig zur Achsenlinie der Strecke gestellt werden. Die Thürstöcke stehen entweder senkrecht oder mit einer Neigung nach Innen, diese darf indess bei heftigem Firstendruck nicht zu viel betragen, sie ist gut bei Seitendruck, um dass Ausreissen der Bühnlöcher zu verhindern und den Druck tiefer ins Gestein zu bringen. Das untere Ende der Thürstöcke wird etwas berändert, damit sie besser in die Bühnlöcher passen, doch darf dies nie in Zuspitzen übergehen. Die Spreize, welche häufig unten zwischen die Thürstöcke geschlagen wird, muss von Oben niedergetrieben werden und ruht in allmälig nach Oben auslaufenden Einschnitten der Thürstöcke, wird auch wohl etwas ausgekehlt, Fig. 244, selten setzt man noch kurze Bolzen unter die Spreize.

Fig. 244.



Die Dichtheit des Verzuges richtet sich nach der Beschaffenheit des Gebirges; die Entfernung der Gezimmer beträgt nicht leicht über ($^3/_4$ Lachter) 1,569 Meter, gewöhnlich ($^1/_2$ Lachter) 1,046 Meter. In gebogenen Strecken rücken die Gezimmer an der convexen Seite näher aneinander. Auch bei starkem Druck treten sie näher zusammen, bis sie endlich dicht bei einander stehen und ganze Schrotzimmerung gebildet wird. Hierhin gehört die s. g. Stotzenzimmerung in Berchtesgaden,[30]) wo (5 bis 8 Zoll) 131 bis 209 Millimeter breite, (3 bis 4 Zoll) 78 bis 105 Millimeter starke Thürstöcke nebeneinander stehen und die Kappen immer von der Mitte eines Thürstocks zu der des folgenden liegen; eben solche Zimmerung hat man auch auf den Salzbergen in Oesterreich[31]) mit Thürstöcken aus geschnittenen Hölzern von (6 Zoll) 157 Millimeter Stärke, aber verschiedener Breite in Ischl, von (4 bis 5 Zoll) 105 bis 131 Millimeter Stärke in Aussee, oder aus Halbholz, deren Rundung nach Innen gestellt wird, in Hallein.

Im Allgemeinen beträgt die Stärke der Thürstöcke nicht unter (6 Zoll) 157 Millimeter, oft bis (15 Zoll) 392 Millimeter und darüber.

Um ein Thürstockzimmer aufzustellen, haut man zuerst die Bühnlöcher, stellt alsdann die Thürstöcke ein, die man zunächst verloren gegen einander abspreizt, legt die Kappe auf, keilt das Ganze fest, verzieht die Firste oder die Stösse, wo es nöthig ist, mit Pfählen und bringt endlich unten die Spreize an.

Wenn die Sohle gebräch ist, hat man verschiedene Mittel zur Unterstützung. Das einfachste Mittel ist das Einlegen von Brett- oder Bohlenstücken in die Bühnlöcher, wie es auch bei Stempeln vorkommt, um das Eindrücken in die Sohle zu verhindern; hieran schliesst sich bei weicher Sohle das Einstossen von Pflöcken oder Pfählen, in welche Bühnlöcher eingestemmt werden (geschuhte oder gepfropfte Thürstöcke). Bei

[30]) Hailer, a. a. O. in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 4. B. S. 13.
[31]) Huyssen, ebenda Bd. 2. B. S. 28.

grösserem Druck wendet man Grundsohlen (Grundschwellen, Grundladen) an. Diese liegen meist den Kappen parallel und werden gern, wie Unterzüge, aus Halbholz genommen, welches mit der flachen Seite aufgelegt wird; die Verbindung erfolgt, wie bei der Kappe oder mit Einschnitten, die in die Schwelle gemacht werden, besonders bei geneigten Thürstöcken, wo die Abschrägung für den Einschnitt zu beachten ist; niemals lässt man die Thürstöcke reiten, damit sie nicht ausrutschen. In anderen Fällen legt man Langschwellen, auf denen die Thürstöcke ruhen, so dass der vollständige Rahmen des Gezimmers nicht hergestellt wird, aber die Vertheilung des Drucks noch grösser ist, als bei den eigentlichen Grundsohlen. Zuweilen verbindet man Grundsohlen mit Langschwellen, oft auch nur so, dass man zwischen die letzteren von Zeit zu Zeit eine Querschwelle legt, um ein Absteifen zu bewirken. Eigenthümlich ist zu Ischl[32]) das Verfahren mit dem s. g. Jöchchen, eingefalzte Langschwellen, auf denen die Thürstöcke stehen, und welche alle (2 bis 4 Fuss) 0,628 bis 1,255 Meter durch Querschwellen (Sparren) abgespreizt werden. Zur noch vollständigeren Begegnung des Druckes kann man auch die Sohle mit Brettern bedecken, welche bei Anwendung von Querschwellen der Quere nach gelegt werden; auch gibt man diesen Brettern noch Kreuzunterlagen.

Die Verstärkung der Zimmerung erfolgt bei weiten Räumen dadurch, dass man unter die Kappe einen Mittelstempel setzt; bei starkem Druck bringt man Langhölzer zu beiden Seiten der Kappe an, welche durch einen Kappensteg und kleine Thürstöcke getragen werden, oder man steift die Kappe durch Streben gegen die Thürstöcke ab, oder bringt Unterzüge unter die Mitte der Kappen, welche durch Stempel getragen werden, zu denen nach Befinden auch ähnliche Hölzer über der Grundsohle hinzutreten, was indess kaum anders als bei Abtreibezimmerung vorkommt.

Endlich unterstützt man die Zimmerung auch dadurch, das man ein Gezimmer gegen das andere durch söhlige Bolzen absteift, insofern es nicht schon genügt, durch söhlig angelegte, meist angenagelte Latten zu verankern.

Als eigenthümliche Formen sind zu erwähnen:

1. Die geschuhten Thürstöcke werden ganz ohne Kappe als reine Sparren aufgestellt, stehen frei und sind abgesteift, den Haupthalt muss der Tragwerksstempel geben, Fig. 245; sie gewähren schlecht Raum und sind auf flach fallenden Strecken noch am besten. Man wendet sie in Cornwall an, vor 30 bis 40 Jahren noch in Sachsen.

Fig. 245.



2. Thürstockzimmerung mit Sparrenkappe nach unten, Fig. 246, bringt man wohl bei aufblähender Sohle an.

[32]) Huyssen, a. a. O. Bd. 2. B. S. 28.

3. Sohlengewölbe aus Holz wurde versuchsweise in Berchtesgaden[33]) eingebaut, um die Wasser darin abzuführen, Fig. 247; diese Zimmerung hat sich als vortheilhaft bewährt.

Fig. 246.

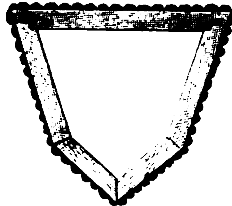


Fig. 247.



4. Klötzelzimmerung oder Stöckelmauerung Fig. 248 und 249 macht einen vollständigen Uebergang in Mauerung; seit dem Jahre 1845 wurden Versuche damit zu Hallstadt angestellt, wie diese Zimmerung überhaupt nur beim Salzbergbau anwendbar ist, weil hier das Holz sich conservirt; als Material benutzt man Nadelholz. Diese Zimmerung ist theurer als Mauerung,[34]) der sie auch in ihrer Wiederstandsfähigkeit gegen den Druck nachsteht, wie die Erfahrungen zu Ischl gezeigt haben. Die Holzfasern

Fig. 248.

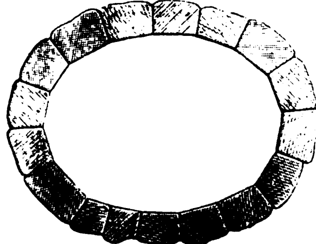
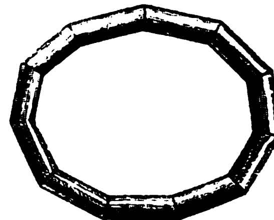


Fig. 249.



liegen entweder in der Richtung des Druckes oder rechtwinkelig darauf; theils hat man einfach neben einander gestellte elliptische Ringe, theils Verband, wie bei Mauersteinen; theils sind die Stöckel an 3 oder 4 langen Seiten, theils auch nur an 2 derselben keilförmig behauen, theils ist rauhes Holz verwendet.[35])

Zur Sicherung der gebrächen Sohle in Hauptförderstrecken und Füllörtern auf der Steinkohlengrube Dahlbusch (Provinz Westfalen), wo der Druck des heftig aufquellenden Liegenden die wiederholt mit Trassmörtel und Ziegelsteinen aufgeführte Mauerung zerstörte, hat man den Versuch gemacht, die Steinmauer durch eine aus 262 Millimeter langen und 183 zu 183 Millimeter starken eichenen Klötzen bestehende hölzerne Mauer zu ersetzen, was einen guten Erfolg versprach.[36])

---

[33]) Hailer, ebenda a. a. O. Bd. 4. B. S. 83.
[34]) Huyssen, ebenda. Bd. 2. B. S. 28.
[35]) Hartmann, Berg- und Hüttenm.-Ztg. Freiberg 1848. S. 406.
[36]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 17. B. S. 63.

Sehr mannigfach sind die Zimmerungen bei Tunnelbauten, die überall den localen Verhältnissen angepasst sind.

Ausnahmsweise, in neuerer Zeit aber schon in grösserem Umfange, wird für diese Zimmerung statt Holz Eisen angewendet. Auf der Fannygrube in Oberschlesien[37]) unterstützte man in der Nähe von Grubenbrand, der durch einen streichenden Damm abgesperrt war, das Dach durch Kappen aus gusseisernen Röhren von (3 Zoll) 78 Millimeter Durchmesser und ($^1/_2$ Zoll) 13 Millimeter Wandstärke, welche in (30 Zoll) 785 Millimeter Entfernung von einander eingebaut und mit ($^3/_8$ Zoll) 10 Millimeter starken, ($2^1/_2$ Zoll) 65 Millimeter breiten schmiedeeisernen Pfählen überdeckt wurden. — Auf der Steinkohlengrube Duttweiler bei Saarbrücken[38]) sind an einer sehr druckhaften Stelle in ausziehenden Wettern vier Thürstockgeviere eingebaut, deren Thürstöcke aus Gusseisen, deren Kappen aus alten Schienen bestehen, welche die Tragkraft von (8zölligem) 209 Millimeter starkem Eichenholz haben. Die gusseisernen Thürstöcke besitzen die Querschnittsform der Vignoleschienen, die schmale gegen den Stoss gekehrte Seite ist ($2^1/_2$ Zoll) 65 Millimeter breit, ($^1/_2$ Zoll) 13 Millimeter stark, die Mittelrippe (3 Zoll) 78 Millimeter hoch, die innere Seite (4 Zoll) 105 Millimeter breit und ($^9/_{16}$ Zoll) 15 Millimeter dick; die Kosten verhalten sich gegen die für Holz, wie 7 : 3, doch ist die Haltbarkeit jedenfalls grösser, welche aber im vorliegenden Falle nicht erprobt werden kann, weil der eiserne Ausbau an Stellen ohne Gebirgsdruck steht.

In Förderstrecken mit starkem Druck auf den Gruben des Erzgebirgischen Steinkohlenvereins bei Zwickau[39]) ist schon seit 1862 Zimmerung aus Eisenbahnschienen eingeführt, deren Kopf gegen Firste und Stösse gelegt wird; das Ende der Schienen, welche als Thürstöcke dienen, flacht man etwas ab, um dem Firstendruck eine Richtung nach den Stössen zu geben, bei schlechter Sohle stehen die Stempel auf Blechscheiben von (6 Quadratzoll) 41 Quadratcentimeter Fläche und ($^1/_4$ Zoll) 7 Millimeter Stärke; die Kappe greift an beiden Seiten (6 Zoll) 157 Millimeter über die Thürstöcke, welche unten durch eine Holzspreize gegen einander abgesteift werden. Es soll hier eine sehr bedeutende Ersparung erzielt worden sein.

Auf dem Harz ist der Ausbau mit Eisen, wozu man theils Eisenbahnschienen, theils Schmiedeeisen anwendet, mit vielem Vortheile durchgeführt, man hat ihn nicht nur billiger, als mittelst Holz oder Mauerung hergestellt, sondern namentlich auch an Arbeitskräften gespart.[40]) In

[37]) Zeitschr. f. B.-, H- u. S.-Wesen Bd. 8. A. S. 197.

[38]) Ebenda. Bd. 11. A. S. 256.

[39]) Jahrbuch f. d. Berg- und Hüttenmann auf das Jahr 1866. Freiberg. Seite 173.

[40]) Eisenausbau der Strecken auf dem Silber-Aalner Grubenzuge b. Clausthal in Berg- und Hüttenm.-Ztg. von Kerl und Wimmer. Leipzig 1867. S. 92.

Westfalen auf der Grube Graf Beust,[41]) so wie auf der Grube von der Heydt bei Saarbrücken[42]) hat man angefangen die Füllörter in Eisen auszubauen, indem man entweder umlaufende Lager aus doppelt T Eisen, welche aus 3 mittelst Laschen und Schrauben verbundenen Segmenten zusammengesetzt sind, oder T Eisen mit ausgemauertem Kappengewölbe einbrachte.

Der Eisenausbau der Strecken auf den Steinkohlengruben bei Zwickau[43]) mit Eisenbahnschienen von 118 bis 130 Millimeter Höhe, wie er oben erwähnt wurde, hat immer grössere Anwendung gefunden und bewährt sich gut. Auch zum Ausbau von Füllörtern hat man daselbst Eisen verwendet, indem man die Thürstöcke aus 157 Millimeter starkwändigen Röhren, die Kappen aus Eisenbahnschienen herstellte; die Verschalung erfolgte dicht mit eichenen Brettern. — Auch auf den westfälischen Steinkohlengruben und am Harz geht man mehr und mehr zur Anwendung des Ausbaues mit Eisen über,[44]) sowohl für den Streckenausbau als für den von Füllörtern und Maschinenräumen. Auf der Steinkohlengrube Hannibal bei Bochum wurden gusseiserne Thürstöcke und Kappen in ⊥ Form benutzt, deren Blatt nach Aussen, die Rippe nach Innen verlegt wurde; Thürstöcke sowohl wie Kappe sind im Bogen mit 78 Millimeter Spannung gegossen, der Bogen wird nach Aussen verlagert. Die Gevierte liegen 1 Meter auseinander; die Thürstöcke stehen mit den Füssen auf Holzschwellen, die Verschalung erfolgt durch Holzpfähle. Jedes Gevierte wiegt 155 Kilogramm und kostet 11 Thlr. — Statt des Gusseisens bricht sich die Anwendung von Stabeisen, namentlich Eisenbahnschienen, mehr Bahn, weil dasselbe grössere Garantie der Haltbarkeit liefert. Man benutzt Grubenschienen stärkerer Dimensionen mit T förmigem Querschnitt oder Vignoleschienen. Dieselben werden so gebogen, dass sie einen Thürstock und die halbe Kappe abgeben, je zwei solcher Stücke werden in der Mitte der Firste mittelst Laschen und 4 Schrauben verbunden; dabei liegt der Steg nach Aussen. Seltener wird das ganze Gevierte aus einem Stück hergestellt. Die Füsse der Thürstöcke stehen entweder auf Gussplatten, welche in die Schwellen eingelassen sind, oder in gegossenen, dem Querschnitt der Thürstöcke entsprechenden Füssen, welche auf den Schwellen oder auch, wie am Harz, auf Steinsockeln befestigt sind. Den Verzug gegen Firste und Stösse macht man gewöhnlich von Brettern, auf dem Harz wohl mittelst Längsschienen, welche 209 bis 262 Millimeter auseinander

[41]) „Glückauf", Berg- u. Hüttenm.-Ztg. f. d. Niederrhein u. Westfalen. 1867. No. 41. — Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 17. B. S. 64.

[42]) Glückauf. Essen 1868. No. 1.

[43]) Jahrbuch f. d. Berg- u. Hüttenmann. Jahrg. 1866. S. 82. 143. Jahrg. 1864. S. 77. Jahrg. 1867. S. 77. Jahrg. 1872. S. 171. — Berggeist. Köln 1871. Seite 673.

[44]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 17. B. S. 64. — Der „Berggeist". Köln 1869. S. 262. – „Glückauf". Essen 1869. No. 28. Jahrg. 1871. No. 12.

liegen und mit Grauwackenstücken hinterfüllt werden. — Auf der Grube Graf Beust in Westfalen, wo man schon früher die Füllörter mit Eisen verbaute, hat man einen Querschlag mit einer elliptisch geformten Eisenconstruction versehen. — Der Maschinenfabrikant Dinnendahl zu Huttrop bei Steele beschäftigt sich speciell mit der Construction von Eisenverbindungen für Grubenzwecke. — Auch in den schlesischen Bergrevieren schafft sich der eiserne Ausbau Eingang z. B. auf der Fuchsgrube bei Waldenburg, wo man Eisenbahnschienen als Kappen einbaut, während die Thürstöcke aus hölzernen Stempeln bestehen, welche oben mit einem eisernen Ring gebunden und auf dem oberen Stoss mit einem Eisenblech zum Auflager der Schienen versehen sind.

3. Zimmerung in geneigten plattenförmigen Lagerstätten und bei streichenden Strecken.

Die Art dieser Zimmerung richtet sich nach dem Druck, nach der Mächtigkeit und Neigung der Lagerstätte, namentlich auch danach, ob Berge aus Bergmitteln oder vom Streckenbrechen untergebracht werden müssen, was bekanntlich die flache Höhe oder Breite der Strecke bedingt. Am einfachsten ist die Stempelzimmerung, Stempel mit Anpfahl, welche nur an einem oder an beiden Stössen, beziehungsweise zur Begränzung des Versatzes, aufgestellt werden. Fig. 250. Bei Druck aus dem Hangenden allein, was aber selten ist, tritt eine Unterzugszimmerung ein, ähnlich den Kappen, welche jederzeit in Bühnlöchern liegt. Fig. 251.

Fig. 250.

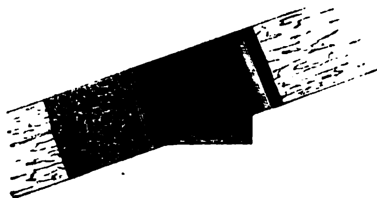


Fig. 251.



Bei stärkerem Drucke kommen Zusammenstellungen von Stempeln und Unterzügen vor, welche sich halber und ganzer geneigter Thürstockzimmerung vergleichen lassen; am unangenehmsten werden diese Verbindungen in stark geneigten, schmalen Flötzen, wo tief in das Liegende gebrochen werden muss, um Raum zu gewinnen. In Abbauen wird meistentheils nur durch Stempel gestützt; wo der Abbau bankweise stattfindet, gebraucht man natürlich nach und nach längere Stempel.

### c. Rauben der Zimmerung.

Das Rauben der Zimmerung hat den doppelten Zweck, Behufs Verringerung der Betriebskosten das Holz wiederzugewinnen, und angebaute Massen hereinzuholen oder offene Räume zu Bruche zu werfen, um den Druck von den Pfeilern zu nehmen. Dabei geht man so vor, dass man

die Stempel oder beziehungsweise die Thürstöcke wegzunehmen sucht, während die Unterzüge dann von selbst niederfallen; steht der Stempel im Bühnloch, so muss dies vorab flach ausgehauen werden. Man muss stets von einem sicheren Standpunkte aus die Arbeit vornehmen, welche in verschiedener Weise ausgeführt wird: Wegschlagen des Stempels mit langstieligem Fäustel; Wegstossen und Heranziehen mittelst Haken, der einem Bootshaken gleicht; Wegziehen aus der Entfernung mittelst Ketten und Winden oder Hebeln, wie auf englischen[45]) und westfälischen[46]) Gruben; Wegsprengen durch Einbohren von Löchern z. B. in Oberschlesien, wenn der Bruch gehen soll, und man anders nicht zum Ziele gelangen kann; bei den Abbauen auf den mächtigen Rotheisensteinlagerstätten bei Wetzlar, ebenso im Grunde Seel und Burbach werden die Thürstöcke aus dem Bergeversatz beim Abbau der nächst oberen Etage durch Hebeladen herausgezogen.

Zur Wiedergewinnung der Firsten- und Seitenpfähle verlorener, der Mauerung vorgegangener Zimmerung hat man sich auf Braunkohlengruben in der Provinz Sachsen einer Zange mit gezahnten Backen bedient, die mittelst eines auf einer kleinen Trommel laufenden Seils geschlossen und angezogen wird.[47])

### *d.* Getriebezimmerung (Abtreibearbeit).

Die Abtreibearbeit kommt vor in brüchigem Gebirge (z. B. beim Bruchbau), in rolligen, lockeren und schwimmenden Massen; es können durch sie ein oder zwei oder alle Seiten verwahrt werden, sie ist dabei aber im Wesentlichen immer gleich. Das Anbringen der Zimmerung ist die Hauptsache und geht zum Teil voraus, indem dadurch das Gebirge abgeschnitten wird, in welchem später der Raum der Strecke gebildet werden soll, die Herstellung des Raumes selbst ist für die Ausführung insofern Nebensache, als sie fast nur Wegfüllarbeit erfordert. Eine ähnliche Art der Zimmerung bietet auch dann mancherlei Vortheile, wenn häufiges Auswechseln des Holzes erforderlich ist.

Ein wichtiger Theil der Getriebezimmerung sind die Abtreibepfähle. Hierzu nimmt man in lockeren, feinkörnigen Massen und in schwimmendem Gebirge immer geschnittenes Holz, Brettpfäle oder Pfosten, welche gesäumt und sogar gehobelt werden, um dicht an einander zu schliessen; in nur brüchigem Gebirge bedient man sich auch wohl gesäumter Schwarten und selbst, doch nur als Nothbehelf, gerissenen Holzes (Scheitholz, gehacktes Holz). Die Pfähle werden vorn, einseitig nach Innen, zugeschärft, auch wohl berändert und hinten geöhrt d. h. an den Ecken abgeschnitten; ist die Dicke nicht gleichmässig, so bringt man das dünnere Ende nach vorn.

---

[45]) Herold a. a. O. in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 3. B. S. 59.
[46]) Dieselbe Zeitschr. Bd. 2. A. S. 356. Bd. 4. B. S. 243.
[47]) Ebenda. Bd. 8. A. S. 181.

In Oberschlesien[48]) nimmt man zu den Pfählen, wenn Nadelholz dazu gewählt wird, nur Kiefer, am allerwenigsten Tannen; das Holz muss gerade gewachsen, astlos sein, der Schnitt erfolgt parallel den Fasern, daher sind Randbretter untauglich, Mittelbretter allein geeignet. Dasselbe gilt auch für Eichenholz. Die Stärke der Pfähle beträgt nicht leicht unter ($^1/_4$ Zoll) 7 Millimeter, wohl bis über ($1^3/_4$ Zoll) 46 Millimeter, die Breite nicht wohl über (12 Zoll) 314 Millimeter, was bei schwierigen Arbeiten nicht gut ist, weil sonst die Bretter leicht spalten und nicht gleichmässig vom Fäustel getroffen werden, am besten ist eine Breite von (6 bis 9 Zoll) 157 bis 235 Millimeter. Eichenholz ist dem Nadelholz vorzuziehen, weil es dünner sein kann, indem (1 Zoll) 26 Millimeter Stärke desselben ($1^1/_2$ Zoll) 39 Millimeter Stärke des Kiefernholzes entspricht; derartige Pfähle lassen sich daher leichter eintreiben, haben glattere Oberfläche, widerstehen dem Schlage besser, wegen ihrer Härte und Steifigkeit geht weniger vom Schlage verloren, der Kopf spaltet nicht so leicht, so dass man einen Aufsetzer zur Schonung des Kopfes nicht gebraucht, auch biegen sich die Pfähle weniger leicht nieder. Zum Schutze des Kopfes hat man oblonge eiserne Ringe vorräthig, von ($^5/_8$ bis $^7/_8$ Zoll) 16 bis 23 Millimeter starkem Eisen, ($1^1/_2$ bis $1^3/_4$ Zoll) 39 bis 46 Millimeter breit, im Lichten den Dimensionen der Pfähle entsprechend; passt keiner der vorhandenen Ringe für den Pfahl, so nimmt man einen etwas grösseren und befestigt ihn durch einen dazwischen geschobenen Keil. Das Treibfäustel muss Pfahl und Ring gleichmässig treffen; zuletzt wird der Ring abgenommen und ein Aufsetzer von Eichenholz benutzt. Für die Treibfäustel werden glatte, nicht gebogene Seitenflächen empfohlen, um breitere Pfähle, statt mit der Bahn, mit der Seitenfläche treiben zu können, was weniger nothwendig wird, wenn man sich des Aufsetzers bedient.

In Sachsen werden bei brüchigem Gebirge in der Firste, wie in den Stössen (3 Ellen) 2 Meter lange Pfähle abgetrieben. Zunächst wird ein Ansteckstempel a in Fig. 252 angebracht, auf welchem der Pfahl b aufruht, an welchem er beziehungsweise beim Stosse gleitet, zwei Arbeiter

Fig. 252.



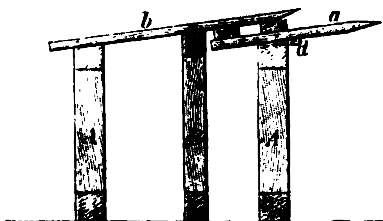

treiben den Pfahl ein, indem der eine schlägt, der andere mit dem Schrämspiess vorarbeitet und Raum zum Eindringen des Pfahls schafft; ist derselbe (6 Zoll) 157 Millimeter tief eingedrungen, so wird weggefüllt. Wenn der Pfahl zur Hälfte eingetrieben ist, wird ein Hilfsstempel (Helfer) c gelegt, ist das Eintreiben vollendet, so erfolgt die Anbringung des Pfändestempels d, welcher gewöhnlich schwächer als der Hilfsstempel ist. Wenn in solcher Weise die ganze Firste abgetrieben ist, so wird ein neuer An-

[48]) v. Carnall u. Krug v. Nidda, Bergm.-Taschenbuch 1846. Seite 185.

steckstempel a angebracht und in dem neuen Felde in gleicher Weise verfahren. Die Richtung der Pfähle wird mit Hilfe von Keilen aufrecht erhalten.

Für die Abtreibezimmerung in losen und schwimmenden Massen[49]) bedient man sich der Thürstockzimmerung, wohl immer mit Grundsohlen, bisweilen muss die Sohle selbst abgetrieben werden. Die Pfähle erhalten, um das neue Anstecken anbringen zu können, eine Divergenz nach Vorn, deren Grösse sich nach der Nähe der Gezimmer richtet, sie schneiden also einen abgestumpft pyramidalen Raum ab; diese Divergenz und die Möglichkeit des neuen Ansteckens wird durch die Pfändung bewirkt, welche gewissermassen ein kleines Thürstockgezimmer ist und das Hauptgeviere umgiebt, sie besteht bald aus Brettern (Pfändebretter), bald aus Halbholz und bei starkem Drucke aus Ganzholz und wird in (3 bis 4 Zoll) 78 bis 105 Millimeter Entfernung vom Geviere angebracht je nach der Stärke und der Divergenz der Pfähle; um den Raum für die Pfändung zwischen dem Pfahl und dem Gebirge offen zu halten, werden Pfändekeile angebracht, welche mit dem Fortschreiten des Eintreibens entfernt werden. Die Eckpfähle werden trapezoidal, der Divergenz in Firste und Stössen entsprechend, geschnitten, damit sie in der Berührung der Firsten- und Stosspfähle eng aneinander schliessen. Das erste Gezimmer (Ansteckgezimmer) A Fig. 253 wird in festem Gebirge aufgestellt und dann das

Fig. 253.




Abtreiben in der Firste begonnen und zwar mit beiden Eckpfählen gleichmässig, von denen aus man dann nach der Streckenmitte fortschreitet, erst dann erfolgt das Abtreiben der Stösse von Oben nach Unten. Die Divergenz wird dadurch erhalten, dass man zwischen das Schwanzende des einzutreibenden Pfahls a und den Pfählen des vorhergehenden Ansteckens b einen Spannkeil c und von der Ortsseite her einen Zwickkeil d zwischen Pfahl und Kappe steckt, doch fehlt der letztere auch oft. Wie weit man auf einmal eintreiben darf, richtet sich nach der Beschaffenheit des Gebirges, oft ist es nur wenige Centimeter möglich, dann wird das abgeschnittene Gebirge hereingeholt und das Abtreiben beginnt von

[49]) Thürnagel, die Arbeiten im schwimmenden Gebirge auf der Friedrichsgrube bei Tarnowitz in Dr. Karsten Archiv f. Bergbau und Hüttenwesen Bd. 2. Heft 2. S. 143. Bd. 4. S. 212. Bd. 5. S. 3. Bd. 9. S. 153.

Neuem. Wenn man ein Stück vorgerückt ist, so setzt man, sowohl bei langen Pfählen, wie bei starkem Druck, ein Hilfsgeviere B ohne Pfändung, welches daher umsoviel höher und breiter wird und das Durchbiegen der Pfähle verhindert; es bleibt nicht immer stehen, wenn dies aber der Fall ist, so bestimmt es zugleich die Divergenz der Pfähle. Wenn sämmtliche Pfähle eingetrieben sind, wird ein neues Ansteckgeviere $A_1$ aufgstellt und das Anstecken beginnt von Neuem.

Bei flüssigem Gebirge muss man die Spalten zwischen den Pfählen mit kleinen, handlangen, einige Zoll starken Büscheln von Stroh verstopfen, die man vorräthig hält und mit einem kleinen Spiess einstopft; die Wasser darf man aber hierbei nicht zurückdämmen, weil sich sonst auf die Zimmerung ein zu starker Druck legt, die Verstopfung darf gleichsam nur als Seihetuch wirken. In solchem Gebirge muss aber auch der Ortsstoss verwahrt werden, was durch die Zumachebretter (Versatz-, Verschalungsbretter) geschieht, welche mit ihrer Länge quer über das Ort liegen und an beiden Enden gegen die Thürstöcke abgesteift werden; alle Fugen verstopft man mit Stroh, Moos oder dgl. Zunächst werden die Pfähle eingetrieben, bis sie nicht mehr ziehen wollen; dann wird das obere Ortsbrett an einem Stosse gelüftet, rasch wieder vorgesetzt und dabei etwas gehoben, nachdem die Masse hervorgeholt ist; sodann verfährt man am anderen Stosse ebenso und steift das Brett mit längeren Bolzen ab, zuweilen gegen besondere Stempel. In gleicher Weise geht man mit allen Ortsbrettern bis zur Sohle vor. Die Dichtung an den Brettenden ist schwierig, weil sich durch die Pfändung der Pfähle das Ort nach Vorn allmälig erweitert, weshalb man hier sorgfältig verstopfen muss. Deshalb ist es besser, namentlich bei grosser Weite für spätere Mauerung, jedes Ortsbrett in der Mitte zu theilen und die Theile mit den Enden übergreifen zu lassen, wo man dann mindestens drei Bolzen, besser aber vier, zum Absteifen benutzt.

Auch das Abtreiben der Sohle kann nöthig werden, worauf beim Schlagen der Pfähle Rücksicht zu nehmen ist; diese erhalten die Pfändung dann oberhalb der Grundsohle und werden nach Oben abgestempelt. In anderen Fällen bedient man sich des Ausdielens (Vertäfelns) der Sohle zwischen zwei Grundschwellen mit (2 bis 3 Zoll) 52 bis 78 Millimeter starken Bohlenstücken, welche der Streckenbreite nach dicht an einander gelegt, der besseren Verbindung wegen auch wohl halb in einander gefalzt und an jedem Stosse durch einen Stempel niedergehalten werden. Zur besseren Befestigung bringt man noch eine Kappe über die Bretter. Zur Aushilfe bedient man sich der Bremsstempel in der Mitte des Orts, um die Versatzbretter vor Ort dagegen abzusteifen, wenn die Abbolzung gegen die Thürstöcke nicht genügt; der Bremsstempel wird wohl noch durch lange Streben gegen die Grundschwelle abgespreizt. Ferner bringt man für einzelne Pfähle in der Firste, welche sich vor Einbringen des Hilfsgevieres durchbiegen, Hilfsstempel an; dieselben lässt man auf Lang-

schwellen fussen, die von rückwärts vorgeschoben und dort abgesteift werden.[50])

Wenn das Ort nicht weiter fortzubringen ist, so hilft zuweilen die Sistirung auf einige Zeit, damit die Wasser ablaufen können. Den Abzug der Wasser sucht man auch wohl durch Vorstossen von Röhren aus Eisenblech zu befördern, welche man (½ bis 1 Zoll) 13 bis 26 Millimeter, auch bis (6 Zoll) 157 Millimeter weit nimmt und mit feinen Löchern in den Wandungen versieht, welche sich aber in feinkörnigem und zugleich thonigem Sande leicht verstopfen.[51]) Auch treibt man wohl ein Sitzort an der Firste vor, wenn man grosse Dimensionen für spätere Mauerung hat, um den Wassern zuvor einen Abzug zu gewähren. Wichtig ist es, für diese Arbeiten diejenigen Jahreszeiten zu wählen, wo das Erdreich am wenigsten vom Wasser durchtränkt ist.

Auch auf andere Weise, wie in der beschrieben, hat man den Ortsstoss gesichert.

Durch Keile erfolgte die Sicherung auf der Grube La Louvière (Bassin du Centre) und zu Engis in den Jahren 1843 und 1848.[52]) Die Pfähle werden wie gewöhnlich vorgetrieben, dann erfolgt das Eintreiben der Keile in den Ortstoss, die man zunächst an der Firste einsetzt, womit man allmälig je nach der Entblössung des Ortsstosses bis zur Sohle fortfährt; ist auch die Sohle zu verkeilen, so wird dieselbe gleichsam gepflastert; etwaige Oeffnungen der Stosspfähle werden gleichfalls mit kleinen Keilen geschlossen, wogegen die Oeffnungen zwischen den Keilen vor Ort mit Heu oder Moos verstopft werden. Zu La Louvière waren die Keile (10 bis 20 Zoll) 262 bis 523 Millimeter lang, konisch, aus Buchen- oder Eichenholz, am Kopfe (2½ bis 5 Zoll) 65 bis 131 Millimeter stark, nur in sehr flüssigem Gebirge (2 bis 3 Zoll) 52 bis 78 Millimeter stark; die Sohlenkeile hatten eine Länge von nur (5 bis 9½ Zoll) 131 bis 248 Millimeter und wurden gewöhnlich aus solchen gefertigt, welche vor Ort unbrauchbar geworden waren. Die Sohlenkeile und die Stosskeile, wo sie angewendet sind, müssen als verloren angesehen werden, Ortskeile werden wieder gewonnen und bedürfen nur des Ersatzes für die Abnutzung. Zu Engis waren die Keile nicht vollständig konisch, sondern zum Theil cylinderisch, (3 bis 3¾ Fuss) 0,942 bis 1,177 Meter lang, am Kopfe (3 bis 4 Zoll) 78 bis 105 Millimeter stark.

Auf der Braunkohlengrube cons. Beust bei Grünberg[53]) hat sich die Benutzung von Pflöcken (Keilen) oder noch besser von hölzernen Kasten zwar bewährt, die Arbeit ging aber zu langsam. Man gab deshalb dem Ort eine elliptische Form, ersetzte die Thürstöcke durch eiserne Bogen und verzog die Stösse mit Brettern; das Ort wurde durch gusseiserne

[50]) v. Carnall u. Krug v. Nidda, Bergm. Taschenbuch. 1847. S. 43.
[51]) Ottiliä, a. a. O. Bd. 8. B. S. 3.
[52]) Ponson: traité de l'éxploitation des mines. t. I. p. 468.
[53]) Jahrb. d. schles. Vereins f. B.- u. H.-Wesen. Bd. 2. S. 354.

(1½ bis 2 Fuss) 471 bis 628 Millimeter lange, (1 Fuss) 314 Millimeter hohe Kasten gesichert, welche nach Innen offen waren und vorn durch eine Thür geschlossen wurden, und welche durch eine Schraubenvorrichtung vorwärts gepresst wurden; die durch die Kasten eingeschlossenen Massen wurden beim Oeffnen der einzelnen Thüren beseitigt.

Ganz ähnlich, wie auf der Beustgrube, nur in grösserem Massstabe verfuhr man beim Tunnel unter der Themse zu London. Man trieb gusseiserne Kasten, mit schmiedeeisernen Rändern versehen, in den Ortsstoss, jeder Kasten (Schild) war nach der Höhe in 3 Abtheilungen und jede Abtheilung in Fächer getheilt, welche mit beweglichen Platten geschlossen waren; durch Druckschrauben, die sich gegen das unmittelbar nachfolgende Mauerwerk stützten, wurde das Schild um (4 bis 5 Zoll) 105 bis 131 Millimeter vorgeschoben und die dadurch abgeschlossene Masse beseitigt.

Eiserne Pfähle wurden zur Vollendung eines Durchschlags bei Tarnowitz[54]) benutzt, als (3 bis 4 Zoll) 78 bis 105 Millimeter starke Bohlen nicht mehr halten wollten. Die Pfähle waren (⅜ Zoll) 10 Millimeter stark, (10 Zoll) 262 Millimeter breit, (55 Zoll) 1,439 Meter lang, aus zwei Stücken zusammengenietet; man hatte darunter der Länge nach (4 zöllige) 105 Millimeter starke Träger angebracht, die sich aber später als überflüssig herausstellten, ausserdem hatte man sich so eingerichtet, dass ähnliche Pfähle zur besseren Sicherung über die Fugen der ersteren geschoben werden konnten.

Eiserne Pfähle und eiserne Bogen zum Abtreiben mit gleich dahinter folgender Mauerung wurden auf dem Alaunwerk zu Freienwalde[55]) angewendet. In Entfernungen von (20 Zoll) 523 Millimeter wurden die Bogen aufgestellt, welche (6 Fuss 10 Zoll) 2,145 Meter Höhe, (7 Fuss 2 Zoll) 2,249 Meter Weite erhielten, das Eisen war (3½ Zoll) 92 Millimeter hoch, innerlich (1 Zoll) 26 Millimeter, äusserlich (1½ Zoll) 39 Millimeter stark, sie bestanden aus 2 Stücken, die in der Mitte der Firste durch zwei Schraubenbolzen verbunden wurden; das eiserne Sohlstück, auf welchem die beiden Bogentheile stehen, war (3 Zoll) 78 Millimeter breit, (½ Zoll) 13 Millimeter dick und ruhte auf einer Holzschwelle von (5 bis 6 Zoll) 131 bis 157 Millimeter Höhe und Breite; in die eiserne Sohle wurden die Bogenstücke mit Zapfen eingesetzt, unter sich wurden 2 auf einander folgende Bogen durch runde eiserne Spindeln verbunden, welche (2 Fuss) 628 Millimeter über der Sohle angebracht wurden. Die Pfähle waren (7 Fuss) 2,197 Meter lang, (4 Zoll) 105 Millimeter breit, an der Firste (½, sonst ¼ Zoll) 13, sonst 7 Millimeter dick, sie hatten vorn 2 Löcher von (1 Zoll) 26 Millimeter Weite (3 Zoll) 78 Millimeter auseinander, hinten 7 dergleichen; sie wurden mittelst einer Brechstange, mit welcher man in die Löcher eingreift, vorwärts geschoben. Die Ortsversatzung erfolgte durch eiserne Platten, die gegen einen in der Ortsmitte

[54]) Thürnagel in Dr. Karsten Archiv f. Bergbau u. Hüttenwesen Bd. 18. S. 3

[55]) Dr. Karsten Archiv f. Mineralogie, Geognosie, Bergbau u. Hüttenkunde. 1836. Bd. 9. S. 488.

aufgestellten Stempel abgesteift wurden. Wenn Raum genug vorhanden ist, wird das Schwanzende der Pfähle mittelst Mauerung unterfangen, der Bogen gelöst und nach der Beseitigung das ganze Anstecken vor Ort wieder verwendet.

In ähnlicher Weise benutzte man eiserne Pfähle und Bogen auf der Braunkohlengrube zu Riestädt.[56]) Man hatte 3 Hauptbogen zum Abtreiben, 2 kleine als Lehrbogen für die Mauerung; die Bogen waren aus Schmiedeeisen, ($1\frac{1}{2}$ Zoll) 39 Millimeter stark, in der Mitte der Firste durch 2 Schraubenbolzen verbunden, der Steg oder die Schwelle war (2 Zoll) 52 Millimeter breit, (1 Zoll) 26 Millimeter stark, in welche der Bogen mit (1 Zoll) 26 Millimeter starken Zapfen eingesetzt wurde; (26 Zoll) 680 Millimeter über dem Steg befanden sich an jeder Seite der Bogen ($\frac{3}{4}$ Zoll) 20 Millimeter grosse, kreisrunde Oeffnungen, durch welche eine (8 Fuss) 2,511 Meter lange runde Spindel beim Aufstellen der Bogen gesteckt wurde. Die kleineren Bogen erhielten nur runde Spreizen (4 Fuss) 1,255 Meter über dem Steg. Die Pfähle waren ($8\frac{1}{3}$ Fuss) 2,615 Meter lang und 1,988 Meter auf ($6\frac{1}{3}$ Fuss) der hinteren Länge mit Löchern zum Vorzwicken versehen.

Würde man mit eisernen Bogen und Brettpfählen abtreiben, was auch nothwendig werden kann, wenn die Flüssigkeit des Gebirges das Durchlochen der eisernen Pfähle nicht gestattet, also das Vorwärtsschieben derselben unausführbar wird, so muss man für Pfändung sorgen, was am besten so geschieht, dass man einen zweiten, engeren Bogen innerhalb des ersten aufstellt, also einen Schlitz zum Einbringen der Pfähle zwischen beiden gewinnt; man könnte die Bogen durch angeschraubte eiserne Klammern halten und diese allmälig mit dem Anstecken der Pfähle entfernen. Wenn dies nicht zu theuer werden soll, muss die Mauerung alsbald nachfolgen, aber stückweise rückwärts, damit immer zuerst die höheren Kopfenden der Pfähle unterfangen werden. Trotzdem werden sich die äusseren grösseren Bogen nicht immer wieder gewinnen lassen, die Brettpfähle bleiben dann gleichfalls stecken.

### VI. Zimmerung in Schächten.

#### *a.* Bei standhaftem Gebirge.

##### 1. In seigeren Schächten.

##### *aa.* Mit rechteckigem Querschnitt.

Bei den Schächten tritt in der Regel Verwahrung aller vier Seiten durch vollständige Rahmen (Geviere) ein; die langen Hölzer derselben heissen Jöcher, die kurzen Kappen (auch wohl Haupthölzer, Heithölzer) oder man unterscheidet auch lange und kurze Jöcher.

Am besten nimmt man für Schächte beschlagenes oder geschnittenes Eichenholz, doch findet sich auch vielfach Nadelholz rund oder auch beschlagen und geschnitten, wodurch sich mehr Regelmässigkeit erzielen lässt.

[56]) Ottiliä, a. a. O. Bd. 8. B. S. 15.

Die Verbindung der kurzen und langen Jöcher geschieht durch:

1. Zusammenblatten, sowohl bei kantigen, wie runden Hölzern, wobei jedes Holz auf die Länge des Blatts zur Hälfte ansgeschnitten wird; die Gesichtsseiten im Blatte der langen Hölzer werden nach Oben gelegt. Bei dem s. g. gewendeten Zusammenblatten ist die Verbindung nach Art der Thürstöcke, sie schwächt zwar das Holz weniger, verträgt aber die Belastung von Oben nicht gut.

2. Einkehlen findet nur bei Rundholz statt; die kurzen Hölzer werden eingekehlt. Diese Verbindung ist nicht zu empfehlen, weil sie bei guter Herstellung zeitraubender als das Zusammenblatten und weil sie, wenn nicht noch besondere Unterstützungen angebracht werden, keinen Druck aushält.

3. Zusammenzapfen. In der Regel erhalten die Kappen den Zapfen, die Jöcher das Zapfenloch, oder man wechselt damit, wenn Geviere auf Geviere zu liegen kommt.

4. Stumpfes Zusammenstossen findet man nur bei wasserdichter Zimmerung, wobei aber besser polygonaler Querschnitt angewendet wird.

Zu einem Geviere gehören bei grösseren Dimensionen noch die Einstriche, welche theils zur Verstärkung, theils zur Eintheilung der Schachtscheibe in Trümer dienen; der letztere Zweck bedingt ihre Zahl und Lage. Beim rechteckigen Schacht sucht man sich meist so einzurichten, dass die Einstriche zwischen den langen Jöchern liegen. Insofern nicht andere Verstärkungen nothwendig sind, werden sie bei kantigen Hölzern in die Jöcher eingezapft, wobei man sich am besten des Schwalbenschwanzzapfens bedient; derselbe muss nach Unten beiderseits verjüngt sein, da eine einseitige Verjüngung nichts taugt, auch der einfache Blattzapfen ist zu verwerfen; bei runden Hölzern kehlt man die Einstriche ganz zweckmässig ein oder verbindet sie auch mittelst Zapfen, was indess weniger gut ausführbar ist, als bei kantigen Hölzern.

Das Eintreiben der Einstriche zwischen den Wandruthen geschieht sonst gewöhnlich durch Schlägel und erfordert Mühe und Anstrengung. Beim Mansfelder Kupferschieferbergbau schraubt man deshalb die Wandruthen mittelst Winde auseinander und kann dann die Einstriche ohne alle Mühe einsetzen.[57])

Bei sehr starken kantigen Hölzern kommen noch Zusammenfügungen vor, die das Umkanten verhindern sollen und eine Combination des gewöhnlichen und verwendeten Verblattens sind.

Sehr lange Jöcher, namentlich aus Eichenholz, setzt man der Ersparniss wegen wohl aus zwei Stücken zusammen und belegt die Verbindungsstelle mit eisernen Laschen, die durch Schraubenbolzen gehalten werden; die Zusammenfügung erfolgt entweder mit horizontalem oder geneigtem Schnitt, durch den letzteren soll (?) das Abtröpfeln des Wassers befördert

[57]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 17. B. S. 62.

und die Gefahr der Fäulniss an dieser Stelle beseitigt werden; übrigens muss an dieser Verbindungsstelle immer ein Einstrich gelegt und für ein Alterniren der Zusammenfügung in den auf einanderfolgenden Gevieren Sorge getragen werden. Da das geschnittene Holz in der Regel eine grössere Querschnittsdimension hat, so entsteht die Frage, ob man die Hölzer hochkantig oder breit stellt; meist hat man sich für die hochkantige Stellung entschieden und zwar mit Rücksicht auf die Belastung von Oben durch Fahrtbühnen, Pumpenlager u. dgl. m.; streng genommen aber muss die Richtung des Gebirgsdrucks entscheiden, denn wenn dieser, was allerdings selten der Eall sein wird, horizontal wirkt, so muss man das Holz breit legen.

Aus den Gevieren setzt sich nun die Schachtzimmerung zusammen und zwar als Bolzenschrotzimmerung und als ganze Schrotzimmerung.

1. Bolzenschrotzimmerung findet statt, wenn der Druck noch so wenig stark ist, dass ein Verziehen zwischen den Gevieren hinreicht. Sie wird in der Regel abtheilungsweise eingebracht in dem Masse, als das Abteufen nach Unten fortschreitet, innerhalb jeder Abtheilung baut man die Rahmen von Unten nach Oben auf. Den Halt (das Fundament) jeder Abtheilung bilden die Tragstempel, eingebühnte Hölzer von langem zu langem Stoss, deren mindestens 2 an den kurzen Stössen, oft ausserdem unter einzelnen oder allen Einstrichen gelegt werden; wie oft solche Tragstempel anzubringen sind, hängt von der Festigkeit des Gebirges ab, d. h. wie lange dasselbe entblösst stehen kann. Jedoch kann man sich hier helfen, indem man zunächst die Gezimmer an Anker hängt, oder wie z. B. in Sachsen, von der Sohle aus durch Bolzen unterstützt, die auf Brettern ruhen, oder durch Unterzüge parallel den kurzen Stössen, welche ebenso abgesteift werden; diese Auskunftsmittel kommen indess meist nur dann zur Anwendung, wenn das Gebirge keinen Halt für Tragestempel gewahrt. Sehr lange Tragestempel setzt man zuweilen aus 2 Stücken zusammen und belegt die Verbindungsstelle mit eisernen Laschen. Für geschnittene Tragestempel gilt die Regel, sie stets hochkantig zu stellen. Bei geringeren Dimensionen umgeht man die Tragestempel dadurch, dass man die Kappen mit vorstehendem Ende versieht und bei jedem Geviere einbühnt, oder auch die langen Jöcher in gleicher Weise vorstehen lässt.

Zu den Gevieren kommen stets noch die Bolzen hinzu; es sind dies Spreizen, welche dazu bestimmt sind, das obere Geviere gegen das untere abzusteifen, je nach der Grösse des Schachtes und der Stärke der Hölzer richtet sich ihre Zahl; sie werden, auch wenn die Geviere aus Rundholz bestehen, einfach glatt abgeschnitten und nur während des Legens der Zimmerung durch Klammern gehalten. Die Länge der Bolzen bestimmt die Entfernung der Geviere von einander, welche sich nach dem Gebirge richtet, da bei druckhaftem Gebirge die Geviere näher aneinander gelegt, die Bolzen also kürzer werden; als Maximum der Entfernung von Mitte zu Mitte der Geviere nimmt man (40 Zoll) 1 Meter an.

Die Stösse werden mit Brettern verzogen, wenn das Gebirge nicht fest steht und ganz oder theilweise einer Abschliessung bedarf; die Bretter reichen von Geviere zu Geviere und werden mittelst Keile, welche zwischen die Bretter und die Jochhölzer geschlagen werden, festgestellt.

Als Regel hat man zu beobachten, dass die Geviere einerseits in genau söhliger Lage sich befinden und durchaus rechtwinkelig zusammengefügt werden, andererseits zu den oberen Hölzern eine seigere Stellung einnehmen; man hat also stets mit Wasserwage und Loth zu arbeiten und muss von Zeit zu Zeit die seigere Stellung des ganzen Schachtes durch Ablothen von der Hängebank her controliren.

2. Ganze Schrotzimmerung besteht allein aus Gevieren, welche dicht auf einander gelegt werden; ob jedes Geviere auch Einstriche erhält, muss der Druck entscheiden. Bei Rundholz wechselt man gern mit Zopf- und Stammende von Geviere zu Geviere ab. Auch hier baut man sich abtheilungsweise von Unten nach Oben auf Tragestempeln oder auf einem sonst gestützten Geviere in die Höhe; mitunter liegen hier wegen der vermehrten Last mehre Tragestempel übereinander. Die ganze Schrotzimmerung wendet man bei sehr druckhaftem Gebirge im Schachte an, aber auch zur Sicherung von Pumpenlagern, von Schachtmauerfüssen u. dgl. m.

Eine Verstärkung beider Arten von Zimmerung erfolgt:

1. Durch Anbringung von Hub- und Druckspreizen statt der Einstriche oder auch wohl mit diesen zugleich. Dieselben lassen sich am besten bei Rundholz anbringen; durch sie werden zwei entweder unmittelbar übereinander liegende oder auch weiter entfernte lange Jöcher abgefangen; sie üben auf das eine Joch einen Druck, auf das andere eine emporhebende Wirkung aus und verhindern also jenes am Empor-, dieses am Niedergehen. Sollen beide Jöcher desselben Gevieres abgefangen werden, so lässt man die Spreizen sich kreuzen oder steift abwechselnd ab.

2. Kräftiger zur Verstärkung wirken die Wandruthen, welche den Unterzügen der Streckenzimmerung entsprechen; es sind seiger an den langen Stössen angebrachte Hölzer, welche bei Bolzenschrot über 6 bis 7 Geviere reichen. Bei runden Jochhölzern sind die Wandruthen an den Stellen, wo sie an den Jöchern anliegen, ausgekehlt und wirken dann ankerartig. Sie bestehen entweder aus Rundholz oder aus geschnittenem Holze, letzteres selbst bei Gevieren aus Rundholz. Bisweilen stehen die Wandruthen auch an den kurzen Stössen. Im einzelnen Wandruthenstrang stossen die Hölzer entweder nur glatt auf einander oder sie sind verblattet oder verkämmt; sie werden gehalten entweder durch Einstriche oder durch Einstriche in Verbindung mit Hubspreizen, aber selten durch letztere allein. Bei ganzer Schrotzimmerung bringt man zwischen die Wandruthen auch wohl Einstrich auf Einstrich, dann muss man aber von Zeit zu Zeit eine Oeffnung lassen, um von einem Trum in das andere gelangen zu können.

Der ganzen Schrotzimmerung ähnlich ist die Bohlenumgangs- oder Bohlenschrotzimmerung (Zimmerung mit Umrüsten), welche früher

im Plauen'schen Grunde, im Mansfeldischen, auf Braunkohlengruben in der Provinz Sachsen angewendet wurde. Sie besteht aus verblatteten Kasten, welche von Bohlen hergestellt und dicht auf einander gelegt werden, sie bedarf bei grösseren Dimensionen stets Verwandruthung. Auf der Braunkohlengrube Georg bei Aschersleben benutzte man in einem Wasserhaltungsschachte (2 zöllige) 52 Millimeter starke Eichenbohlen und (6 Zoll) 157 Millimeter im Quadrat starke Einstriche und Wandruthen; diese Zimmerung hat sich hier gut bewährt, sie wird aber, da die Auswechselung schwierig ist, nur anzuwenden sein, wo gleichmässige Nässe die Dauer sichert, und wo das Gebirge dahinter sich nicht mehr setzt.

Die Einstriche dienen ausser zur Verstärkung der Zimmerung auch zur Eintheilung des Schachtes in verschiedene Trümer, indem zwischen die verschiedenen Schachtabtheilungen Bretter als Schachtscheider an die Einstriche genagelt werden. Wo solche Bretterverschläge nicht auch als Wetterscheider dienen, wo sie also nicht absolut dicht sein müssen, wird aus dem erzgebirgischen Revier[58]) der Vorschlag gemacht, die Trennung zwischen den Schachtabtheilungen durch alte Drahtseile herzustellen, welche an den Einstrichen befestigt werden. Es soll dadurch der Einsturz von Fahrenden aus dem Fahrschacht in den Förderschacht und umgekehrt von einfallenden Gegenständen aus dem Förderschacht in den Fahrschacht verhindert werden, was hauptsächlich durch die Schachtscheider bezweckt wird, ja es soll vermöge der Elasticität der Drahtseile der Anprall das Hineinfallen in die andere Schachtabtheilung verhindern. Ein Versuch ist auf dem Himmelfahrter Abrahamschacht bei Freiberg gemacht und wird wegen der grösseren Billigkeit überall da empfohlen, wo man es nicht mit sauren Schachtwassern zu thun hat. In einzelnen Revieren ist polizeilich vorgeschrieben, dass die Verschläge zwischen Fahr- und Förderschacht dicht hergestellt werden, damit Unglücksfälle durch Hineinstürzen von Menschen, beziehungsweise Gegenständen vermieden werden; in solchen Revieren würde man von den Schachtscheidern aus Drahtseilen füglich keinen Gebrauch machen können.

*bb.* Mit quadratischem Querschnitt.

Der quadratische Querschnitt verändert in der Schachtzimmerung nichts gegen die bei rechteckigem Querschnitt aufgestellten Grundsätze, nur dass der Unterschied zwischen langen und kurzen Seiten aufhört. Man richtet sich mit Legung der Tragstempel nach der vorhandenen Schachteintheilung, indem man dieselbe unter diejenigen Jöcher bringt, welche den Haupteinstrichen parallel liegen.

*cc.* Mit polygonalem Querschnitt.

Als definitive Zimmerung findet sich die polyponale nur bei wasserdichtem Ausbau und alsdann regulär polygonal als ganzer Schrot ohne

[58]) Richter: Schachtverschläge von Drahtseil in Berg- u. Hüttenm. Zeitung v. Kerl u. Wimmer. Leipzig 1869. S. 351.

Tragestempel. Ausserdem kommt die polygonale Zimmerung verloren vor bei später von unten herauf auszumauernden Schächten und zwar als regelmässiges Polygon bei spräterem runden, als symmetrisches bei späterem elliptischen Querschnitt oder für Maueruug mit vier Bogen. Alsdann legt man passend, beispielsweise bei achteckiger Zimmerung, unter vier Seiten kurze Tragestempel, nach Befinden auch wohl statt an zwei Seiten einen langen Tragestempel in die Mitte und setzt mindestens 8 Bolzen, auch wohl einen neunten in die Mitte. Nur drei Tragestempel zu nehmen ist sehr unzweckmässig.

#### *dd.* Mit rundem Querschnitt.

Runde Zimmerung ist ausser bei Reifenschächten, wozu 12 bis 14jähriges Holz, am liebsten Buchenholz genommen und durch Einlegen in Wasser biegsam gemacht wird, auf dem Continente zur Unterstützung des Gebirges kaum gebräuchlich, wohl aber in England; ausserdem kommt sie bei wasserdichter Zimmerung in später zu besprechender Weise vor. Auch in England dient diese Zimmerung meist nur als verlorene. Sie besteht statt der Rahmen aus Holzkränzen (cribs),[59]) welche aus Segmenten ähnlich wie die Radfelgen zusammengesetzt werden; die einzelnen Segmente werden stumpf aneinander gestossen und durch aufgenagelte Brettstücke verbunden, an den Verbindungsstellen werden ausserdem zwischen Kranz- und Gebirgstoss Brettstücke eingekeilt. Solche Kränze werden auch wohl definitiv in gewissen Zwischenräumen eingebaut, um der stufenweise aufzuführenden runden Mauerung aus Ziegel- oder Bruchsteinen als Unterlage zu dienen; alsdann ruht der Kranz auf einem Gesteinsitz, den man später, wenn sich die Mauerung vom unteren Kranze her nähert, wegnimmt. — Bei dem Mansfelder Kupferschieferbergbau hat man den Versuch gemacht,[60]) runde Schächte mit runder Zimmerung zu verkleiden, indem man die Stösse mit Pfählen verzog und die sonst üblichen Jöcher durch Holzringe ersetzte, welche aus zusammengefügten, aus 78 Millimeter starken Bohlen geschnittenen Segmenten bestehen. Diese Zimmerung kann nur den Zweck haben, das Ausbrechen und Verwittern des Gesteins in dem Schachtstosse zu verhindern, weshalb sie sich auch bei einem Tiefbauschacht, welcher in einem Gebirge ohne Druck niedergebracht ist, gut bewährt hat, in druckhaftem und zerstörtem Gebirge ist dies aber nicht der Fall. Diese Methode der Schachtbekleidung ist der englischen entnommen, wo sie, wie eben erwähnt, beim Abteufen runder Schächte überall angewendet wird, als Vorbereitung zur Einbringung von Mauerung oder von Tubbings.

Der Richardschacht der Steinkohlengrube Duttweiler bei Saarbrücken enthält einen eisernen Ausbau mit fassförmiger Verkleidung der

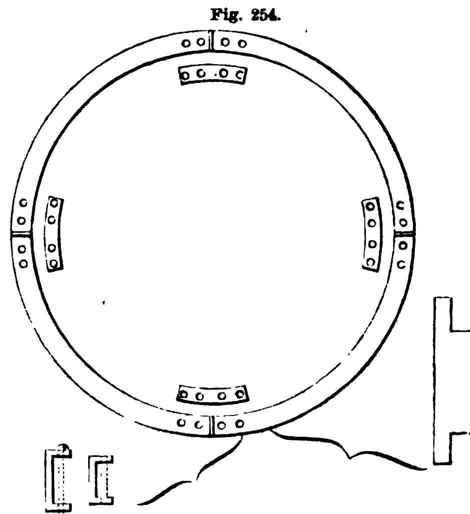
---

[59]) Serlo, v. Rohr, Engelhardt in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 10. B. S. 21.

[60]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 17. Bd. S. 62.

Schachtstösse. Derselbe ist kreisrund abgeteuft, bis zur Tiefe von 94 Meter in Sandsteinmauerung gesetzt, von wo an der eiserne Ausbau beginnt und bis zur Tiefe von 199 Meter reicht. Nachdem die Anlage gelungen, hat man in gleicher Weise für die beiden Tiefbauschächte derselben Grube im Fischbachthale, welche eine Tiefe von 400 bis 500 Meter erreichen werden, dasselbe Verfahren angewendet. Dieselben haben einen lichten Durchmesser von 5,186 Meter und sind bis 50 Meter Tiefe ausgemauert, von wo der eiserne Ausbau beginnt. Derselbe besteht aus eisernen Kränzen von

Fig. 254.



⊏ Eisen, welche 215 Millimeter äussere Höhe, 87 Millimeter äussere Breite und 14 Millimeter Eisenstärke haben. Jeder Kranz besteht aus vier Segmenten, welche stumpf aneinander gestossen und an den Wechseln durch eingeschobene kräftige Laschen zusammengschalten werden; die Laschen sind ⊏förmig gegossen, 400 Millimeter lang und passen genau in die Kränze hinein. Die Befestigung der Laschen erfolgt durch vier schmiedeeiserne, vertikal stehende Bolzen, von denen immer je zwei auf jedes Segmentende kommen, sie werden nicht vernietet oder verschraubt, sondern nur lose eingesetzt. Die Kränze werden unter gewöhlichen Verhältnissen 1 Meter von einander verlagert. Hinter die Kränze werden 52 Millimeter dicke eichene Bohlen daubenförmig eingebracht, welche von der Mitte des untern bis zu der des oberen Kranzes reichen, so dass der ganze Schacht ein fassförmiges Ansehen erhält. Nach dem je nach der Beschaffenheit des Gebirges 3 bis 5 Meter abgeteuft sind, werden 4 Träger in das Gebirge auf der Sohle eingebühnt und auf diese wird der erste Kranz verlagert, worauf hinter den eisernen Kranz der erste Holzring nebst den Bolzen zum Abfangen und Absteifen des nächst oberen Kranzes aufgestellt wird. Die Bolzen werden aus Eichenholz genommen, können aber auch eiserne sein. Sie haben bei den Schächten im Fischbach-

thale am oberen und untern Ende Einschnitte erhalten, so dass sie die beiden Eisenkränze hinten umfangen und in die Holzbekleidung eingreifen, für dieselbe also gewissermassen eine Verspundung bilden. Solcher Bolzen werden zwischen zwei Kränzen 6 aufgestellt. Jeder Ring, vollständig montirt und mit Laschen und Bolzen, wiegt 750 Kilogramme und kostet bei der ersten Anlieferung 80 Thaler auf der Grube.

### 2. In tonnlägigen Schächten.

Zu den tonnlägigen Schächten gehören in Rücksicht auf die Zimmerung auch die Bremsberge, Ueberhauen u. dgl. m.; je nach dem Fallwinkel dieser Betriebe nähert sich die Zimmerung bald mehr der in seigeren Schächten, bald der Streckenzimmerung, sie ist im Detail abhängig von der Weite des Raumes und der Stärke des Drucks. Bei mässigem Drucke genügt eine Reihe von Stempeln, welche zugleich bestimmt sind, die verschiedenen Schachttrüme von einander abzuscheiden; stärkerer Druck erfordert bei flacher Neigung eine Zimmerung, welche der Thürstockzimmerung ähnlich gebildet ist, wobei auch Grundschwellen nothwendig werden können und nach Bedarf Mittelstempel aufgestellt werden, dabei kommen alle Verstärkungen, wie sie früher angegeben, wie Unterzüge, Streben u. s. w. vor. Stark geneigte Schächte erhalten Geviere mit Tragestempeln, Bolzen und den erforderlichen Einstrichen, auch Wandruthen werden bei starkem Druck angebracht; die Bolzen am Hangenden müssen mittelst eines Blattzapfens untergreifen, damit sie nicht herabfallen. Auch hier lassen sich bei kleinen Dimensionen Tragestempel und Bolzen ersparen, wenn man zwei der Hölzer einbühnt, entweder im Hangenden und Liegenden oder in der Lagerstätte selbst.

## *b.* In lockerem, losem, schwimmendem Gebirge.

### Abtreibearbeit.

Die Abtreibearbeit kommt im eigentlichen schwimmenden Gebirge nur für seigere Schächte vor, bei Aufräumen von Brücken auch wohl für tonnlägige Schächte. Notizweise ist das Ausschachten (casting out) der Engländer zu erwähnen, welches bei einer Mächtigkeit von 5 bis 6 Meter der lockeren Massen angewendet wird; man wirft eine Grube mit abgeböschten Seiten bis auf das feste Gebirge aus, führt von hier aus Zimmerung bis zur Tagesoberfläche auf, wobei man erforderlichen Falls mit Lehm hinterfüllt, um das Zusitzen der Wasser zu verhindern und wirft dann die Grube mit den herausgeholten Massen wieder aus.

Die eigentliche Abtreibearbeit[61]) hat im Allgemeinen bei der gewöhnlichen Ausführung dasselbe Princip, wie bei Strecken; sie wird in neuerer Zeit bei grösserer Mächtigkeit der Massen und bedeutenderen

---

61) v. Carnall u. Krug v. Nidda, bergm. Taschenbuch 1846. S. 185. — Ottiliä a. a. O. Bd. 8. B. S. 2. — Thürnagel a. a. O. (Anm. 49).

Dimensionen der Schächte durch Senkarbeit ersetzt, welche sich von jener durch das continuirliche Niedergehen des Ausbaues unterscheidet, der oben verlängert, beziehungsweise erhöht wird. In jedem Falle ist es zweckmässig und nothwendig vor Beginn der Arbeit das Gebirge durch Bohren zu untersuchen.

Da Tragestempel zur Unterstützung der Zimmerung nicht anzubringen sind, so muss man für einen sichern Halt der Schachtzimmerung in anderer Weise sorgen, indem dieselbe gewissermassen angehängt werden muss, was in vielen Fällen dadurch geschieht, dass man auf der Hängebank die s. g. Rüstbäume, oft doppelt über einander, anbringt; dieselben greifen weit über die Schachtstösse hinaus, werden mit Bergen und ähnlichen Massen überstürzt und belastet und dienen zugleich zur Aufstellung der Pumpen und Maschinen. Satt ihrer hat man da, wo bedeutende Wasserhaltung erforderlich ist, zur Sicherstellung der Maschinen bei Brüchen und Auskesselungen vollständige Sprengwerke nach den Grundsätzen der Zimmermannskunst angelegt.

An diese Rüstbäume werden die ersten Geviere angeklammert und diese wieder mit den nächst tieferen durch Klammern verbunden; auch unterstützt man wohl die Geviere von Unten durch Bolzen, welche auf der Sohle ruhen. Man hat zu unterscheiden die Ansteckgeviere, welche Pfändung erhalten und die Hilfsgeviere, welche dazu dienen, den Pfählen die nach aussen greifende Richtung zu geben und auch deren Durchbiegung zu verhüten, sie liegen etwa in der Mitte des Feldes, also etwa ($^1/_8$ bis $^2/_8$ Lachter) 0,262 bis 0,523 Meter unter dem Ansteckgeviere und sind um die halbe Divergenz der Pfähle grösser, als die Ansteckgeviere.

Hinsichtlich der Pfähle gilt das beim Abtreiben der Strecken Gesagte; sie sind ($^1/_2$ bis $^3/_4$ Lachter) 1,046 bis 1,569 Meter lang, oft auch wohl länger, um sich gegenseitig zu decken, zweiseitig, besser nur einseitig zugeschärft, mit glatten Seitenkanten und verbrochenen Köpfen versehen; die Eckpfähle haben eine trapezoidale Form, an denen auch das Abtreiben beginnt.

Statt die Gezimmer aneinander zu klammern, lässt man sie sich auch nur mittelst Bolzen auf einander stützen und gibt den nöthigen Halt durch die Wandruthen, welche da, wo sie anliegen, ausgekehlt werden. Das unterste Gezimmer ruht dann auf Brettern, die quer über die Schachtsohle gelegt sind, damit es nicht einsinkt, doch dürfen die Bretter nach aussen nicht vorstehen, damit den Pfählen das Vordringen nicht verhindert wird.

Mit dem allmäligen Vertiefen der Sohle steift man das unterste Geviere durch vorräthig gehaltene Bolzen ab, deren richtige Länge man durch aufgetriebene Keile erlangt.

Wenn die Sohle nicht vertäfelt ist, so treibt man ein Vorgesümpfe vor, um die Wasser darin anzusammeln und aus demselben zu heben. Dasselbe besteht entweder aus einem kleinen Geviere, hinter dem Pfähle ohne Pfändung senkrecht niedergetrieben sind oder neuerdings aus Kasten

oder Cylindern von Eisenblech. Beim Abteufen im Schwimmsand hat man sich auf der Braunkohlengrube Karl[62]) bei Völpke (Provinz Sachsen) mit Erfolg eines cylinderischen Vorgesümpfes bedient, welches man dadurch herstellt, dass man 3,139 Meter lange, schmiedeeiserne Pfähle einzeln eintreibt und den dadurch gebildeten hohlen Raum durch eiserne Ringe offen erhält; der lichte Durchmesser des gebildeten Cylinders beträgt 0,941 Meter. Direct von der Sohle des Schachtes dürfen die Pumpen nicht heben, um durch dieselben nicht das flüssige Gebirge ansaugen zu lassen; zu dem Zwecke verstopft man auch alle offenen Stellen, auch den Boden des Vorgesümpfes mit Stroh u. dgl. m. vermittelst eines Spiesses, wobei man ins Auge zu fassen hat, dass nicht das Wasser zurückgehalten, sondern nur abfiltrirt werden soll, um die Gebirgstheile von den Pumpen fern zu halten; ausserdem hat die Ausstopfung den Zweck, zu verhindern, dass irgend wo leere Räume entstehen, damit, wenn ein Sinken der Zimmerung eintreten sollte, dieselbe nicht kippt, sondern im Ganzen sinkt.

Bei der Durchsinkung schwimmenden Gebirges muss man durch Wandruthen verstärken, welche aneinander gekämmt werden; sobald aber festere Lagen erreicht sind, muss man Tragestempel anwenden und die obere Zimmerung unterfangen. Wenn es vorkommt, dass ein oder der andere Pfahl durch den Druck nach Oben zurückgedrängt wird, so meisselt man die Köpfe sämmtlicher Pfähle in gleicher Höhe ab und legt darüber ein Brett, welches gegen das höhere Gezimmer abgesteift wird.

Um sich der lästigen Wirkung der Wasser zu entziehen, soll man es niemals, wo es überhaupt möglich ist, unterlassen, eine Rösche zu treiben, damit das Gebirge wenigstens theilweise abgetrocknet wird. Ebenso muss man die Gelegenheit wahrnehmen, die Wasser auf eine tiefere Strecke abbohren zu können, wobei Verröhrung des Bohrlochs nothwendig wird. Um aus dem Vorgesümpfe die Wasser in das Bohrloch abzuleiten, hat man auf Friedrichsgrube[63]) einen Heber benutzt, welcher mit dem kurzen Schenkel im Vorsumpfe das Wasser ansaugt und durch den langen in das Bohrloch abgiesst.

Die Sohle braucht nicht verwahrt zu werden, wenn das Gebirge nicht völlig schwimmend ist; wenn dies aber der Fall, so wird eine vollständige Vertäfelung nothwendig, welche beim weiteren Abteufen stückweise aufgenommen werden muss, die in der Vertäfelung zu machende Oeffnung darf also nur so gross sein, dass sie sich leicht wieder verschliessen lässt. Als Vertäfelungen benutzt man:

1. Gewöhnlich Bedeckung der ganzen Sohle dicht mit Bohlen quer durch den Schacht, über welche der Länge nach Bohlen gelegt und welche durch Stempel gegen das höhere Joch abgesteift werden; in anderen Fällen

---

[62]) Zeitschr. f. B.-, H. u. S.-Wesen Bd. 17. B. S. 58. — Glückauf. Essen 1869. No. 31.

[63]) Thürnagel, a. a. O. Bd. 4. S. 218.

drückt man sie im Ganzen oder Einzelnen durch anderweitige Belastung nieder; unter die Bohlen bringt man Stroh.

2. Die ganze Sohle wird durch eine zusammenhängende Platte bedeckt, in deren Mitte und an deren Ecken leicht verschiebbare Oeffnungen angebracht sind, dieselbe wird gegen das letzte Joch abgespreizt und belastet, um nach dem Herausnehmen des Gebirges ein gleichmässiges Sinken zu bewirken.

3. Klötzelvertäfelung, wie auf den Gruben Concordia bei Nachterstedt, ver. Christoph Friedrich bei Hornhausen, entspricht der Sicherung eines Ortstosses durch Keile; dieselbe ist nur anwendbar, wenn das Gebirge möglichst homogen und ohne grössere Geschiebe ist. Man wendet parallelepipedische Klötze aus Eichen- oder Fichtenholz von (10 bis 12 Zoll) 262 bis 314 Millimeter Querschnitt und (12 bis 15 Zoll) 314 bis 392 Millimeter Länge an, dieselben werden mit einem (2 bis 4 Zoll) 52 bis 105 Millimeter weiten Loche durchbohrt, welches nach unten trichterförmig erweitert wird; die Klötze werden oben mit eisernen Bändern, unten mit eisernem Schuh versehen. Sie werden an Stelle der Zumachebretter reihenweise nebeneinander gestellt und mit eisernen Handrammen und zwischen gelegten Aufsetzern von Holz oder Eisen niedergetrieben. Hierbei tritt das Gebirge durch die Löcher in die Höhe, was man durch Verstopfen derselben mittelst Stroh regulirt oder durch Ausbohren derselben, wenn sie sich vollgesetzt haben. Paralell den Klotzreihen hat man quer durch den Schacht im oberen Joch Spreizen angebracht, gegen welche die Klötze durch Bolzen abgesteift werden, so lange sie nicht getrieben werden. Das Vorgesümpfe wird dadurch gebildet, dass man das Einrammen von der Schachtmitte beginnt und jede Reihe (5 bis 6 Zoll) 131 bis 156 Millimeter vor der nächsten vorstehen lässt. Unmittelbar an den Stössen werden die Klötze nach der Pfändung abgeschrägt, damit sie unmittelbar an die Pfähle anschliessen, ausserdem werden aber noch besondere Keile zwischen der äussersten Klotzreihe und der nächst innern eingetrieben, um den Anschluss desto dichter zu machen.

Wenn man mit der Getriebezimmerung nicht mehr vorwärts kann, so bleiben zwei Mittel übrig, entweder Vorgehen mit kleineren Dimensionen, um abzutrocknen, gleichsam ein Vorgesümpfe im Grossen zu bilden, oder senkrechtes Anstecken. Das senkrechte Anstecken hat den Uebelstand, dass der Schacht dadurch verengt wird, dennoch kommt es häufig auf den Braunkohlengruben in Sachsen[64]) vor, wenn man die zu durchsinkende Mächtigkeit kennt und hoffen darf, mit ein oder zwei Anstecken durchzukommen. Von vorn herein ist es gebräuchlich in England (sinking by piling), wo man unser gewöhnliches Abtreiben nicht zu kennen oder doch nicht zu benutzen scheint; kennt man hier die Mächtigkeit, so kann man sich von Anfang an mit den Dimensionen einrichten. Im Allgemeinen hat

---

[64]) Ottiliä a. a. O. Bd. 8. B. S. 23.

das senkrechte Anstecken viel Aehnlichkeit mit dem Herstellen von Spundwänden bei Wasserbauten.

Das piling pflegt mit rundem Durchmesser vorgenommen zu werden. Auf der Steinkohlengrube Framwellgate Moor bei Durham[65]) waren (24 fathoms) 43,890 Meter zu durchteufen, weshalb man den Durchmesser anfänglich (30 Fuss) 9,144 weit nahm, nachdem die oberen (4 fath.) 17,315 Meter im oberen trockenen Lehm mit gewöhnlicher Zimmerung durchteuft waren. Es werden runde Kränze (cribs) von (6zölligem) 152 Millimeter starkem Holze angewendet, welche (3 Zoll) 76 Millimeter von einander gelegt und durch kurze Spreizen gegen einander abgesteift werden; an der inneren Seite befestigt man die ($2^1/_2$ fath.) 4,572 Meter langen, (2 Zoll) 51 Millimeter starken, unten zugeschnauzten Pfähle mit Nägeln und treibt das Ganze mit Treibefäusteln nieder, indem man nach jedem Treiben das unten abgeschlossene Gebirge beseitigt; ist das Anstecken vollendet, so bringt man ein neues an. Solcher Anstecken hatte man auf der bezeichneten Grube acht, deren jedes um (18 Zoll) 457 Millimeter enger als das vorhergehende war, so dass der Schacht, als man festes Gebirge erreichte, auf ($14^1/_3$ Fuss) 4,369 Meter Durchmesser verengt war. Von hier aus führte man Mauerung in die Höhe und füllte den zwischen der Mauer und der Zimmerung freibleibenden Raum mit Thon aus. Ganz ähnlich wird das Verfahren von der Grube Old Bedlington bei Newcastle[66]) beschrieben, nur hat man hier auch die äussere Seite der Kränze mit Brettern beschlagen, um ein leichteres Rutschen der Zimmerung beim Treiben zu erreichen. Auch das Verfahren in Sachsen ist dem beschriebenen ähnlich, doch wendet man es hier niemals auf so grosse Mächtigkeiten an. Auch in Westfalen hat man auf dem Schachte der Grube Rhein und Ruhr bei Ruhrort[67]) derartige Zimmerung angewendet, doch waren hier einige Abänderungen hinsichtlich des Aneinanderschliessens der Ansteckhölzer durch die rechteckige Form der Schächte geboten. Man nimmt dieselben (18 Fuss) 5,649 Meter lang, wenn wahrscheinlich ein Anstecken ausreicht, sonst nur (12 Fuss) 3,766 Meter lang, um das Durchbiegen zu vermeiden, im ersteren Falle giebt man ihnen (8 Zoll) 209 Millimeter, im anderen (6 Zoll) 157 Millimeter Stärke im Quadrat, so dass die Stärke mit der Länge wächst; das untere Ende wird zugeschärft, entweder nur nach Innen oder auch nach Aussen, im letzteren Falle verhält sich die Höhe der inneren Zuschärfung zur äusseren wie 1 : 3, wodurch das senkrechte Eindringen bedeutend befördert wird. Die Kopfenden werden verbrochen, auch wohl mit eisernen Ringen umlegt, die Schwanzenden mit angenagelten, eisernen Schuhen versehen, insbesondere bei Kies, Geröllen, Geschieben; die Seitenflächen werden sorgfältig gesäumt, auch wohl behobelt und erhalten Nuten

---

65) Greenwell: A practical Treatise on Mine Engineering pag. 127.
66) Serlo, v. Rohr, Engelhardt a. a. O. Bd. 10 B. S. 21.
67) Zeitschrift f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 10. A. S. 204.

zum Einlegen von Federn. Statt solcher Pfähle benutzt man bei geringerem Drucke auch wohl Bohlen von (2 bis 3 Zoll) 52 bis 78 Millimeter Stärke, (8 bis 10 Zoll) 209 bis 262 Millimeter Breite, entweder stumpf aneinander gepasst oder durch dreieckförmige Einschnitte aneinander gefügt, was aber viel Reibung veranlasst und das Treiben erschwert. Auch wendet man statt der Pfähle zwei sich deckende Bohlenanstecken an, was sehr vortheilhaft wegen der vollständigen Fugendeckung und hinsichtlich des Antreibens ist, da immer nur eine der Bohlenreihen am Gebirge liegt, die andere also viel leichter nachzutreiben ist. Zur Geradführung bringt man ein oder zwei Lehrgeviere innerhalb der Schachtzimmerung an und klammert sie an diese fest. Meist kann man nur in Absätzen von (3 bis 4 Fuss) 0,942 bis 1,255 Meter abtreiben, teuft dann innerhalb des Ansteckens ab, legt demnächst ein neues Lehrjoch und macht mit dem Stecheisen den Pfählen zum neuen Treiben Luft. Das Treiben geschieht entweder mit 18 bis 20 Pfund schweren Fäusteln oder mittelst Rammen oder mittelst Wagenwinden. Die Rammen sind mehre Centner schwere Eisenstücke, welche zwischen transportablen Leitungen laufen, dieselben werden so verlegt, dass der Rammbär jedes Mal senkrecht auf den Pfahl trifft; gewöhnlich erfolgt die Bewegung mittelst eines Haspels über Tage, wobei man dem Bär eine Fallhöhe von etwa (5 Fuss) 1,569 Meter giebt; das Rammen ist wegen des starken Prellens und der dadurch hervorgerufenen Erschütterung nicht zu empfehlen. Die Wagenwinde wird mit ihrem unteren Ende auf die Pfahlköpfe gesetzt, mit der Klaue gegen ein oberes Gezimmer gestützt. Hat man den Schacht mittelst der senkrechten Anstecken bis auf festes Gebirge gebracht, so kann man ihn, wenn es nöthig ist, auf die früheren Dimensionen zuführen, oder auch, wenn er noch genügende Dimensionen trotz der Verengerung hat, weiter abteufen. — Auf der Braunkohlengrube Friederike bei Welsleben (Provinz Sachsen) bediente man sich des senkrechten Ansteckens zur Durchteufung eines 6,277 Meter mächtigen Schwimmsandlagers. Der Schacht hatte beim Erreichen dieses Lagers Dimensionen von 3,139 Meter Länge und 2,511 Breite. Man ging nun in Dimensionen von 1,255 und 0,785 Meter mittelst senkrechten Ansteckens von 3,139 Meter langen Bohlen vor, mit welchen man 0,628 Meter tief in eine unter dem Sande liegende Thonschicht eindrang. Demnächst trieb man 0,628 Meter von dem ersten Anstecken entfernt ein neues nieder, ging aber nur von 157 zu 157 Millimeter vor und beseitigte jedes Mal die um 157 Millimeter frei gewordenen Pfähle des ersten Ansteckens durch Abhauen und senkte das vor den Pfahlköpfen liegende Joch um eben so viel; in solcher Weise langte man wieder auf der Thonschicht an und hatte die Dimensionen des innern Schachtes auf 1,883 und 1,255 Meter erweitert. Demnächst brachte man noch ein Drittes, alsdann noch ein viertes Anstecken in gleicher Weise, wie das zweite nieder, wodurch man die ursprünglichen Dimensionen von 3,139 und 3,511 Meter im Schachte wiederum erreichte.

Wenn es unmöglich ist, die Sohle im Ganzen tiefer zu bringen, so theilt man sie in mehre Abtheilungen und sucht eine derselben voraus zu bringen, die dann zugleich ein Vorgesümpfe bildet und das Gebirge gleichsam drainirt; dies geschieht sowohl beim gewöhnlichen Abtreiben, als beim senkrechten Anstecken. Im letzteren Falle werden gleichsam Dämme oder Spundwände quer durch den Schacht gezogen, wie auf der Braunkohlengrube Columbus bei Hamersleben[68]) und auf den Steinkohlengruben Guido und Susannawunsch in Oberschlesien.[69]) Dieses Verfahren entspricht also dem oben angedeuteten anderen Mittel, die Getriebezimmerung zu unterstützen, sowie dem Sitzorte beim Abtreiben von Strecken.

Neuerdings hat man statt dessen angefangen, in kleinen Dimensionen mit Senkmauerung niederzugehen unter Anwendung von Sackbohrern, was bei homogenem Gebirge stets vortheilhaft ist; später wird der Schacht auf die erforderlichen Dimensionen erweitert, indem die Mauerung allmälig abgebrochen wird. Die Ausführung ist zwar den später zu besprechenden Senkmauern ähnlich, aber dadurch unterschieden, dass man, weil man drainiren will, absichtlich nicht wasserdicht ausmauert, wie z. B. auf der Braunkohlengrube Sophie bei Wolmirsleben,[70]) wo man selbst in die Mauer Röhren von Eisenblech einlegte, um die Wasser aus dem Gebirge in den Senkschacht zu führen. Auch sind in der Gegend von Eisleben zu demselben Zweck Eisenblechcylinder durch Schrauben eingetrieben worden, doch ist es sehr fraglich, ob es nicht rationeller sein möchte, in solchem Falle von vorn herein die Anwendung des eigentlichen Senkschachtes, von dem später die Rede sein wird, zu wählen.

Bei sehr grossen Dimensionen ist übrigens die Abtreibearbeit an sich nicht recht rathsam und, wenn der Schacht lange Dauer haben soll, so wird bald ein sicherer Ausbau durch Mauerung oder Eisen nothwendig.

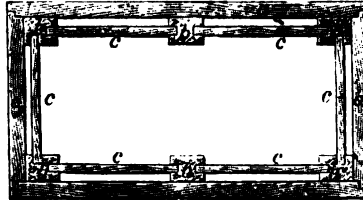
Das Abtreiben in tonnlägigen Schächten kommt selten vor, allenfalls beim Durchteufen verbrochener Baue, aber wohl niemals durch schwimmende Gebirge; wenn es zur Anwendung gelangt, so bietet es besondere Eigenthümlichkeiten nicht dar. — Auf verschiedenen Gruben im Revier Guben, so wie auf den Braunkohlengruben bei Grünberg hat die Schwierigkeit, senkrechte Schächte nieder zu bringen, dahin geführt, zur Vorrichtung tieferer Sohlen mit tonnlägigen Schächten auf der Lagerstätte niederzugehen. In Grünberg benutzte man diese Schächte zur Wasserhaltung und teufte, nachdem man den Punkt vom flachen Schachte aus unterfahren und abgebohrt hatte, einen seigeren Förderschacht ab; leider ist dieses Verfahren von dauerndem Erfolge nicht begleitet gewesen, weil durch den späteren Abbau so viel Wasser dem Tiefbau zugeführt wurde, dass er verlassen werden musste.

---

[68]) Ottiliä a. a. O. Bd. 8. S. 23.
[69]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 8. A. S. 181.
[70]) Ottiliä a. a. O. S. 24.

Dem senkrechten Anstecken ähnlich ist noch die Schützenzimmerung zu erwähnen, welche auf russischen Braunkohlenbergwerken[71]) bei (6 bis 7 Fuss) 1,883 bis 2,197 Meter schwimmenden Schichten angewendet wird. Man teuft zuerst mit Kasten d. i. Umgangszimmerung aaaa in Fig. 255 bis auf diese Schicht ab, treibt darauf in den Ecken und in der

Fig. 255.



Mitte der langen Stösse (6 Zoll) 157 Millimeter im Quadrat starke Pfosten bb aus Eichenholz mittelst Rammen unter Führung durch Lehren bis (2 Fuss) 628 Millimeter tief unter die Schicht ein und setzt in die Nuten dieser Pfosten Bretter cc von (12 Zoll) 314 Millimeter Breite und ($1^1/_2$ Zoll) 39 Millimeter Stärke, treibt dieselben in das Gebirge und räumt den durch sie abgesperrten Boden aus, setzt alsdann neue Bretter auf und treibt dieselben von Neuem ein u. s. f. Man muss dafür Sorge tragen, dass die Pfosten durchaus senkrecht eingetrieben und die Bretter vor dem Einsetzen genau vorgerichtet werden.

## B. Mauerung.

In der frühesten Zeit wurde die Mauerung nur in Schächten angewendet, erst vom 16. Jahrhundert findet man sie auch beim Ausbau von Strecken, namentlich von Stolln, so z. B. wurde der Fürstenstolln zu Schneeberg 1562, zu Freiberg 1591 ausgemauert.

Man hat im Wesentlichen zu unterscheiden und zwar hinsichtlich der verwendeten Steine: Mauerung aus Bruchsteinen und aus künstlichen Steinen (Back-, Ziegel- oder Barnsteine), die letzteren sind in neuerer Zeit sehr häufig im Gebrauch, besonders und fast ausschliesslich bei wasserdichter Mauerung; hinsichtlich der Verbindung muss man unterscheiden: trockene und nasse Mauerung, bei der ersteren werden die Steine ohne Weiteres neben und über einander gelegt, bei der anderen die Fugen mit einem Bindemittel ausgefüllt. Die Bindemittel sind selbst wieder verschieden, im Allgemeinen aber doppelter Art: Luftmörtel und Wasser- oder hydraulische Mörtel (Cemente im engeren Sinne). Bruchsteine werden sowohl trocken als nass vermauert, künstliche Steine immer nass.

In der gewöhnlichen Baukunst sind ausserdem noch hervorzuheben: Luftziegel, aus Lehm geformte und nur getrocknete, aber nicht gebrannte

[71]) Leo, Lehrbuch der Bergbaukunde. Quedlinburg 1861. S. 225.

Steine; hieran schliesst sich der Pisébau, bei welchem die Wände lagenweise aus Lehm aufgestampft sind; unter Tage ist der Pisébau, wenn auch mit ungünstigem Erfolge, bei Dämmen zur Absperrung von Grubenbrand versucht;[72]) etwas Aehnliches ist das Verletten der Schächte mit Lehm.

Endlich sind noch die Schlackenziegel als Ersatz der Steine zu erwähnen, die bei einfachen Scheibenmauern Anwendung finden, sich in neuerer Zeit auf dem Oberharz auch zur Gewölbemauerung mit Widerlagern von Grauwackenbruchsteinen bei nicht übermässig druckhaftem Gebirge als zweckmässig bewährt haben.[73])

## I. Materialien.[74])

### a. Steine.

#### 1. Bruchsteine.

Die Bruchsteine müssen folgende Eigenschaften haben:

1. hinlängliche Festigkeit und Härte, doch dürfen sie nicht zu gross sein, um die Kosten der Bearbeitung nicht zu sehr zu erhöhen,

2. Widerstand gegen den Einfluss der Luft und Feuchtigkeit, d. h. gegen das Verwittern,

3. plattenförmige Gestalt, besonders für Gewölbe, und angemessene Grösse; kugelig abgesonderte Gesteine oder solche, die nur in grossen Blöcken brechen, eignen sich für Grubenmauerung gar nicht oder doch wenigstens nicht zu Gewölben. Die Dicke solcher Steine darf nicht gut unter (3 Zoll) 78 Millimeter, nicht über (8 bis 12 Zoll) 209 bis 314 Millimeter sein, die Länge nimmt man von (1 bis 5 Fuss) 0,314 bis 1,569 Meter, die Breite von (1 bis 3 Fuss) 0,314 bis 0,942 Meter je nach den Dimensionen des Grubenbaues und der Mauerstärke. Gute plattenförmige Steine nennt man auch wohl lagerhaft, oder man sagt, sie haben Lager und Kopf und bezeichnet mit dem letzteren Ausdruck, dass noch zwei Flächen rechtwinkelig zur Schichtung oder zu den Hauptflächen vorhanden sind.

Hiernach eignen sich vorzugsweise: Gneis, Thonschiefer, wenn er in nicht zu dünnen Tafeln bricht, Glimmer- und Hornblendeschiefer, welche wegen ihrer Struktur sehr lagerhaft sind; von mittelmässigem Werthe sind dagegen plutonische Gesteine, wie Granit, Porphyr, Basalt, welcher letztere indess, wenn er in regelmässige Säulen zerklüftet ist, zu Scheibenmauern brauchbar ist. Ausserdem stehen Kalksteine und Sandsteine in Anwendung; Schieferthone der jüngeren Formationen taugen niemals wegen der leichten Verwitterbarkeit, auch bei Sandsteinen und Conglomeraten ist Vorsicht in der Auswahl nöthig, je quarziger (kieseliger) das Bindemittel

[72]) Ottiliä a. a. O. Bd. 8. B. S. 327.
[73]) Ebenda Bd. 17. B. S. 63.
[74]) Gottgetreu: Die Baumaterialien. Berlin 1869.

ist, desto besser, je thoniger, desto schlechter sind sie; manche Sandsteine zerfallen durch Verwitterung sogar in losen Sand.

Gewinnt man die Steine durch Steinbruchsbetrieb über Tage, so darf man sie nicht aus den Lagen unmittelbar unter der Dammerde entnehmen, weil dieselben in der Regel eine geringere Festigkeit besitzen.

In der gewöhnlichen Baukunst hat man Rücksicht auf Eisklüftigkeit zu nehmen, worunter man die Eigenschaft versteht, bei Frost oder überhaupt beim Wechsel der Temperatur zu zerbröckeln, was namentlich im Winter geschieht. Diese Eigenschaft kommt bei der eigentlichen Grubenmauerung weniger in Betracht, allenfalls ist sie wichtig bei Stollnmundlöchern, Tageröschen und allen Mauerwerken, welche dem äussern Temperaturwechsel ausgesetzt sind. Man kann die Steine untersuchen, ob sie eisklüftig sind, indem man Würfel von (2 Zoll) 52 Millimeter Seite schneidet, diese in einer kalt gesättigten Lösung von schwefelsaurem Natron bis zum Aufwallen der Flüssigkeit kocht, darin noch eine halbe Stunde sieden lässt und dann frei über einem Glase mit ähnlicher Lösung aufhängt; nach etwa 24 Stunden bedecken sich die Würfel mit feinen Salznadeln, welche man abspült, demnächst wiederholt man dieselbe Operation so oft, wie sich noch neue Salzkrusten bilden. Wenn der Stein eisklüftig ist, fallen Körner und Blättchen seiner Substanz ab, seine Kanten und Ecken stumpfen sich zu, was darauf beruht, dass sich das schwefelsaure Natron beim Krystallisiren aus der Lösung ähnlich ausdehnt, wie das Wasser beim Gefrieren zu Eis.

### 2. Ziegelsteine.

Die Ziegelsteine müssen zur Brauchbarkeit folgende Eigenschaften besitzen:

1. sie müssen hinreichend hart und fest sein, um zu widerstehen und beim Transport nicht zu zerbrechen,

2. sie müssen genaue und gerade Seitenflächen und scharfe Kanten haben, um gleichmässig aufzuliegen,

3. sie müssen den Mörtel scharf anziehen d. h. sich innig mit ihm verbinden, beziehungsweise an ihm haften, weshalb Porosität bis zu einem gewissen Grade erforderlich ist, etwa so, dass sie $^1/_{15}$ ihres Gewichts Wasser ansaugen; daher taugen glasirte Ziegel nicht, auch können aus diesem Grunde Schlackenziegel nur beschränkte Anwendung finden,

4. sie müssen leicht und sicher zu bearbeiten sein d. h. nicht unter dem Hammer zerbröckeln,

5. sie müssen der Luft und dem Wasser widerstehen.

Man unterscheidet ungare, gare und übergare Ziegel, die ersteren sind zu wenig, die letzteren zu stark gebrannt, dadurch gesintert bis zum Anfange des Glasirtwerdens; gute gare Ziegel erkennt man nächst Abwesenheit der Sinterung an hellem Klange, dagegen ist die an einigen

Orten übliche Schätzung nach der Farbe nur local giltig, weil sie von Beimengungen der Ziegelerde bedingt wird.

Besonders sorgfältig muss die Auswahl für wasserdichte Mauerung erfolgen, wo neben Scharfkantigkeit die Abwesenheit von Substanzen, welche dem Wasser nicht widerstehen, wichtig ist. Zu solchen Substanzen gehört kohlensaurer Kalk, mag er sich innig gemengt oder in Stücken in der Ziegelerde befinden; bei kleineren Mengen wird die Masse geneigt zu schmelzen, bei grösseren bleibt kaustischer Kalk im Stein zurück, was man sofort erkennt, wenn man den Stein in Wasser bringt, indem ein Aufbrausen stattfindet. Ferner geben Beimengungen von organischen Resten, Pflanzenstengeln u. s. w. Veranlassung zu Höhlungen, indem dieselben beim Brennen der Steine verkohlen oder ganz verbrennen, die Anwesenheit von Schwefelkies, welcher beim Brennen röstet, giebt Gelegenheit zu Sinterungen und zur Bildung von leicht löslichen Vitriolen.

Gute Ziegelerde darf nicht zu fett sein, damit sie beim Brennen nicht zu sehr schwindet und dadurch nicht die Steine reissen; fetter Thon schwindet $^1/_4$, selbst $^1/_3$, magere Thone haben zu wenig Zusammenhang, als bestes Verhältniss gilt $^3/_4$ Thon, $^1/_4$ Sand.

Das Vorbereiten der Ziegelerde erfolgt in der Weise, dass man sie im Herbst aussticht und in höchstens 1 Meter hohen Haufen aufschichtet, welche so lange, bis es der Frost nicht mehr erlaubt, unter Begiessen mit Wasser umgestochen werden. Vor dem Gebrauch werden die Massen alsdann durch Treten mit Wasser eingesümpft und nöthigenfalls unter Zusatz von Sand zum Formen zurecht gemacht. Gares Ziegelgut muss ganz gleichmässig im Durchschnitt sein, was man am besten durch Abschneiden mit einem Draht erkennt.

Die Form der Steine ist überwiegend die parallelepipedische, Gewölbe- und Keilziegel kommen im Ganzen bei Grubenmauerung nicht häufig vor und wohl nur bei sehr kleinen Krümmungslinien. Bei den parallelepipedischen Steinen ist das Format nicht gleichgiltig, weil zu grosse Steine mehr Abgang an Bruch geben, zu kleine sehr viel Fugen und dadurch Mehraufwand an Bindemittel erfordern; in Preussen hat man früher für die Staatsbauten drei Formate vorgeschrieben:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| für das grösste | $11^1/_2$ Zoll Länge, | $5^1/_2$ Zoll Breite, | $2^1/_2$ Zoll Dicke, |
| für das mittlere | 10 „ „ | $4^5/_6$ „ „ | $2^1/_2$ „ „ |
| für das kleinste | 9 „ „ | $4^1/_2$ „ „ | $2^1/_8$ „ „ |

Die mittleren Dimensionen sind die gewöhnlichen, doch nimmt man meist 5 Zoll Breite, so dass die Stärke von einem halben Stein entsteht, wenn man ihn der Länge nach, von einem ganzen Stein, wenn man ihn der Quere nach in die Mauer einlegt. Auch in anderen Ländern ist das Format dem mittleren preussischen ziemlich gleich.

In Folge Einführung des Metermaasses sind die obigen Vorschriften über die Dimensionen der Mauerziegel aufgehoben und nach dem Vorgange

des Architektenvereins in Berlin für Staatsbauten in Preussen als Regel nur Ziegel von 25 Centimeter Länge, 12½ Centimeter Breite und 6½ Centimeter Dicke vorgeschrieben.[75])

Das Formen der Steine erfolgt, indem man die Masse in hölzernen Rahmen oder eisernen Kasten einknetet; zur leichteren Entleerung der Formen bestreut man sie mit Sand, auch mit Steinkohlenasche, oder benässt sie mit Wasser, was den Steinen eine glattere Oberfläche giebt, aber die Arbeit erschwert. Ein geübter Arbeiter liefert täglich 7 bis 8000 Steine, selten und nur bei der günstigsten Witterung 10 bis 11000 Stück. Zum Formen und selbst auch zur Vorbereitung der Ziegelerde sind Maschinen vielfach construirt, doch noch nicht allgemein in die Praxis eingedrungen. Beim Formen hat man auf das Schwinden der Masse beim Trocknen und Brennen Rücksicht zu nehmen, damit der fertige Stein die richtigen Dimensionen hat; hierüber angestellte Versuche auf der königl. Ziegelei zu Joachimsthal bei Neustadt-Eberswalde haben folgende Resultate gegeben:

1. Thon von genügender Steifigkeit, vermischt

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| a. mit | ¼ | Sand, | schwindet | bei | 12 | Zoll | Länge | um | 1,5 Zoll, |
| b. " | ⅕ | " | " | " | 12 | " | " | " | 1,6 " |
| c. " | ⅙ | " | " | " | 12 | " | " | " | 1,9 " |

2. Thon von grösserer Steifigkeit, vermischt

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| a. mit | ¼ | Sand, | schwindet | bei | 12 | Zoll | Länge | um | 1,75 Zoll, |
| b. " | ⅕ | " | " | " | 12 | " | " | " | 1,92 " |
| c. " | ⅙ | " | " | " | 12 | " | " | " | 2,08 " |

Die geformten Ziegel werden auf den Trockenplätzen an der Luft getrocknet; man legt sie zunächst flach nieder, stellt sie dann, wenn sie, ohne zerdrückt zu werden, gehandhabt werden können, auf die hohe Kante und schichtet sie bei noch grösserer Festigkeit in Gestalt von Mauern auf, die man zum Schutze gegen Regen mit Stroh bedeckt.

Das Brennen der lufttrocknen Ziegel erfolgt in Oefen oder Feldbränden. Die Oefen geben weniger Ausschuss, erhalten die Form besser, erfordern aber feste Ziegelstätten, dadurch Kapitalauslagen, auch mehr Transportkosten und mehr Brennmaterial, sind dagegen aber auch ziemlich unabhängig von der Art des Brennmaterials. Feldbrände werden in der Regel nur mit Steinkohlen und zwar ganz mageren bearbeitet. Man baut auf der Sohle aus den zu brennenden Steinen Luftzüge, beziehungsweise Schürgassen auf und ordnet darüber die Steine hochkantig über einander zu grossen parallelepipedischen Haufen, wobei die Fugen zwischen den einzelnen Lagen mit Gruskohlen ausgefüllt werden; ein Brand enthält nicht leicht unter 4000 Stück Steine, oft 500000 bis 1 Million Stück. Grosse Brände sind vortheilhafter, als kleine wegen der im Verhältniss

[75]) Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure. Berlin. Bd. 15. S. 135.

geringeren Oberfläche, was eine bessere Regulirung des Ofens gestattet; zu diesem Zweck wird der ganze Haufen allmälig mit einer Lehmschicht bedeckt und durch diese das Feuer je nach dem Stande des Brennens geregelt. Auf 1000 Stück Steine rechnet man eine Beschickung von (3 bis 5 Scheffel) $1\frac{1}{2}$ bis $2\frac{3}{4}$ Hektoliter Kohlen, wobei man die Fugen unten etwa ($\frac{1}{2}$ Zoll) 13 Millimeter, oben etwas weiter nimmt. Der Abgang an ungaren (bleichen) und übergaren Steinen beträgt von 10 bis 25 pCt. der eingesetzten Steine. Auf Schwinden kann man im Mittel 14 pCt., an Verlust von Ziegelerde 11 pCt., zusammen also 25 pCt. rechnen, wonach man den Bedarf an Lehm zu bemessen vermag. Die Grundfläche der Feldbrände ist in der Regel quadratisch, man setzt 26 bis 30 Ziegel hochkantig über einander, so dass bei mittlerem Format die Höhe der Haufen ($10\frac{1}{2}$ bis 12 Fuss) 3,295 bis 3,766 Meter beträgt. Die kleineren Brände gebrauchen 10 bis 14 Tage, die grossen von $\frac{1}{2}$ Million Steinen 5 Wochen und je nach der Witterung mehr zum Garbrennen.

Die Construction der festen Oefen ist eine sehr mannigfaltige und kann hier übergangen werden.

## *b.* Bindemittel.

### 1. Luftmörtel.

Der Luftmörtel wird aus kaustischem Kalk und Sand zusammengesetzt. Der Kalkstein wird gebrannt und verliert dabei Wasser und Kohlensäure, je nach der Reinheit bis zu 45 Gewichtsprocent. Beim Brennen hat man um so grössere Aufmerksamkeit anzuwenden, je unreiner der Kalkstein ist, da bei Kieselthongehalt leicht ein Todtbrennen eintritt, so dass sich der gebrannte Kalk beim Uebergiessen mit Wasser nicht mehr vollständig löscht, indem durch zu starke Hitze eine Silicatbildung eingeleitet ist. Zum Kalkbrennen wendet man Schachtöfen sehr verschiedener Construction an, je nach Art des Brennmaterials; Steinkohlen giebt man schichtenweise in Abwechselung mit dem Kalkstein auf, wozu man aber nur magere oder sinternde Kohlen anwendet. In neuerer Zeit richtet man die Oefen mit äusseren Feuerungen ein.

Man unterscheidet nach der Natur des gebrannten Kalkes fetten und mageren und den Kalk zur Luftmörtelbereitung wohl überhaupt als Weisskalk, Lederkalk. Der erstere Unterschied wird am bemerkenswerthesten bei der gewöhnlichen Weise des Löschens, nämlich bei dem Einsümpfen, was in Uebergiessen mit Wasser besteht; fett ist derjenige Kalk, welcher hierbei einen sehr zähen Brei giebt, stark am Volumen zunimmt (gut gedeiht) und viel Sandzusatz verträgt, mager dagegen derjenige, welcher einen kurzen Brei giebt, wenig gedeiht und nur geringen Sandzusatz erlaubt. Die Vergrösserung des Volumens schwankt hiernach von $\frac{1}{4}$ bis zu $\frac{4}{4}$ und selbst $\frac{14}{4}$. Der eingesümpfte Kalk kann nur unter Bedeckung von Sand oder Wasser aufbewahrt werden.

Löscht man den Kalk nur durch Besprengen mit Wasser, was für hydraulischen Kalk empfohlen ist, oder durch Zerfallenlassen an der Luft, so ist die Volumenzunahme nur unbedeutend, auch muss der so gelöschte Kalk sofort verarbeitet werden.

Der Sand, welcher dem Mörtel zugefügt wird, soll grössere Berührungsfläche geben und das Reissen beim Austrocknen verhindern. Er muss frei von verwitternden Bestandtheilen sein, daher erforderlichen Falls zuvor abgeschlämmt werden, er darf keinen Schmutz in der Hand zurücklassen, muss in der Hand knirschen. Je scharfkantiger die Körner sind, desto besser ist der Sand; gleiche Grösse der Körner ist nicht erforderlich, nur darf sie nicht bedeutender sein, als die Dicke der Fuge, weshalb man zur Zurückhaltung der grösseren Körner den Sand durch Durchwürfe mit Maschen von ($^1/_8$ bis $^1/_4$ Zoll) 4 bis 7 Millimeter Oeffnung wirft. Die Menge des zuzusetzenden Sandes ist nach der Beschaffenheit des Kalkes verschieden, sie schwankt von dem $^2/_3$- und $^3/_4$fachen bis zum 3fachen der Kalkmenge, als äusserste Gränze bei Grubenmauerung ist sogar das 10fache gebraucht, was aber entschieden zu viel ist.

In Betreff der Theorie der Erhärtung geht aus zahlreichen Untersuchungen, namentlich in neuerer Zeit von Schrötter, Bauer, Vogel[76]) u. s. w., in Verbindung mit älteren Untersuchungen von Fuchs[77]) zur Evidenz hervor, dass unter geeigneten Verhältnissen bei leichtem Zutritt von Kohlensäure, namentlich in feuchter Luft, in verhältnissmässig kurzer Zeit ein vollständig neutrales Carbonat sich bildet, ja dass selbst oft mehr Kohlensäure vorhanden ist, als zur Sättigung der Kalkerde nothwendig erscheint, die dann auf Rechnung anderer Basen kommt, dass aber ferner durch eine solche vollständige Neutralisirung die Festigkeit des Mörtels nicht zunimmt, sondern im Gegentheil eher abnimmt, da sich nicht eine dem Marmor, sondern der Kreide ähnliche Masse bildet, was auch schon von Fuchs behauptet ist. Dagegen geht im Innern der Mauern die Umwandlung oft sehr langsam und unvollständig vor sich, so dass man dort krystallinischen, halb kohlensauren Kalk ($\dot{C}a\ddot{C} + \dot{C}a\dot{H}$) findet. Nebenbei zeigt sich eine Einwirkung des Kalkes auf den Quarzsand in der Weise, dass sich eine gewisse Menge kieselsauren Kalkes bildet, der aber bei freiem Zutritt von Kohlensäure bald zersetzt wird und daher dann nur in geringen Mengen vorhanden ist, dessen Quantität hingegen mit dem Alter steigt, wenn die Kohlensäure nicht frei zutreten kann. Die Festigkeit des Mörtels wird geringer, sobald die Kohlensäure so reichlich zutritt, dass sich neutrale kohlensaure Kalkerde bilden kann. Beispielsweise hat man den Mörtel zusammengesetzt gefunden

---

[76]) Dingler polyt. Journal Bd. 147. S. 190.

[77]) Dingler polyt. Journal Bd. 49. S. 271. — Poggendorf Annalen der Physik Bd. 27. S. 591.

| | in der Bastei in Wien | im Bürger-Cavalier daselbst | ebenda | in d. Rothenthurm-Bastei daselbst |
|---|---|---|---|---|
| bei einem Alter von | 662 Jahren | 546 Jahren | 303 Jahren | 50 Jahren |
| aus | | | | |
| löslicher Kieselsäure | 10,40 | 7,53 | 3,98 | 1,12 |
| Sand | 32,50 | 37,00 | 45,30 | 51,42 |
| Kalkerde | 23,52 | 25,04 | 17,40 | 18,26 |
| Talkerde | 8,50 | 5,33 | 9,92 | 5,02 |
| Thonerde | 2,56 | 2,20 | 3,42 | 4,80 (Thonerde und Eisenoxyd) |
| Eisenoxyd | 1,56 | 2,08 | 4,25 | |
| Kohlensäure | 16,24 | 18,20 | 10,30 | 18,70 |
| Wasser | 1,48 | 2,49 | 5,49 | 3,31 |

In dem letzten Mörtel hatte eine vollständige Umwandlung in kohlensaure Kalkerde stattgefunden. Aehnlich findet sich auch lösliche Kieselsäure in den Bauwerken von München, Hannover und a. a. O.

### 2. Hydraulische Mörtel.[78])

Die hydraulischen Mörtel enthalten im Allgemeinen Kieselsäure, Kalkerde, Thonerde als wesentliche Bestandtheile, doch würde nach Fuchs die Thonerde nicht wesentlich sein; manche rechnen die Thonerde der Kieselsäure zu oder nehmen neben einem Silicat ein Aluminat an. Jedenfalls steht fest, dass die Kieselsäure nicht in dem Zustande von Quarz wirkt, sondern in aufgeschlossenem Zustande vorhanden sein muss; in diesen geht die Kieselsäure über, wenn man die Silicate der Thonerde einem gewissen Hitzegrade unterwirft, wenn man sie brennt. Neben der Kalkerde kann Magnesia vorhanden sein, Alkalien sollen die hydraulischen Eigenschaften erhöhen, vielleicht weil sie beim Brennen auf die Kieselsäure einwirken. Nach Rivot und Chatoney[79]) bildet sich aus Kalkstein, welcher Kieselsäure in Form von feinem Quarz enthält, beim Brennen ein Kalksilicat $= \dot{C}a^3 \ddot{S}i$ und im Wasser $6 \dot{H}$, oder auch dasselbe Kalksilicat mit einem Kalkaluminat $= \dot{C}a^3 \ddot{S}i + \dot{C}a^3 \ddot{A}l$, welches im Wasser gleichfalls $6 \dot{H}$ aufnimmt; das Aluminat soll aber weniger gut sein.

#### *aa.* Trassmörtel.

Der Trassmörtel ist ein Gemenge aus gelöschtem Kalk mit Substanzen, welche die Kieselsäure in dem geeigneten Zustande enthalten. Solche Substanzen kommen in der Natur vor als vulkanische Tuffe, wohin die schon den Römern bekannte, eine weiche, zerreibliche Masse bildende Puzzolane von Neapel gehört, ferner Santorinerde, der Duck- oder Tuffstein im Brohl- und Nettethale bei Andernach, welcher gemahlen den Trass giebt; ähn-

---

78) Dr. W. Michaelis: Die hydraulischen Mörtel. Leipzig 1869.

79) Dingler polyt. Journal Bd. 143. S. 352.

liche Ablagerungen finden sich zu Duisdorf bei Bonn,[80]) bei Monheim an der Donau in Baiern, im Norden von Island und a. a. O. Ausserdem aber lassen sich solche Substanzen künstlich durch Brennen von kieselhaltigen Stoffen bereiten, obschon man hier bei den in Rede stehenden Gemengen sie gar nicht oder doch nicht ausschliesslich benutzt, wie gargebrannte Ziegel in Pulverform, ausgesiebte Steinkohlenasche u. dgl. m. Die Gewinnung des Ducksteins, welcher im Brohlthale (15 bis 50 Fuss) 4,708 bis 15,693 Meter mächtige und oft mit (60 bis 100 Fuss) 18,831 bis 31,385 Meter hohen anderen Massen überschüttete Ablagerungen bildet, im Nettethale aber nur (8 bis 14 Fuss) 2,511 bis 4,394 Meter Deckgebirge hat, erfolgt jetzt durch Abraumarbeit und Steinbruchsbetrieb, während die unterirdische Gewinnung verboten ist. Die Zerkleinerung an Ort und Stelle geschieht unter Pochwerken mit Sieben vor den Stampfern oder unter Mühlen mit horizontalem Bodenstein und vertikalen Läufern, oder unter Mühlen nach Art der Getreidemühlen, oder auch durch Quetschwerke. Bei grösserem Bedarf bezieht man zur Verhinderung der Verfälschung besser den Stein und mahlt ihn am Gebrauchsorte. Das Mahlen muss zu feinerem Korn getrieben werden, als der Mauersand besitzt, doch darf man nicht zu Staub mahlen, so dass man die scharfen Kanten noch zwischen den Fingern fühlen kann. Verwitterung und Transport des gemahlenen Steins sind nachtheilig, weil dadurch der Trass leicht sein hakiges Korn einbüsst; auch Nässe und Feuchtigkeit schaden, feucht gewordenen Trass muss man vor dem Gebrauch sorgfältig trocknen.

Der Trassmörtel besteht entweder aus Kalk und Trass allein, oder es wird ein Theil Trass durch Ziegelmehl ersetzt, wozu aber nur gare Ziegel geeignet sind, doch muss man mit diesem Zusatze vorsichtig sein wegen der sehr verschiedenen Zusammensetzung der Ziegelerde und des sehr verschiedenen Hitzgrades, den die Ziegel erhalten haben. Für das Mischungsverhältniss ist die Güte des Kalkes bestimmend, im Allgemeinen nimmt man in Westfalen 2 Volumen Trass oder dem entsprechende hydraulische Massen auf 1 Volum Kalk und dabei Ziegelmehl zum Trass im Verhältniss von 3 : 5 oder 2 : $6^1/_2$ oder auch 1 : 4. Beispielsweise hatte man dem Volumen nach eine Mischung von

| | gelöschtem Kalk | Ziegelmehl | Trass bester Qualität | Trass mittlerer Qualität |
|---|---|---|---|---|
| auf Neu-Köln | 2 | 1 | 2 | 2 |
| auf Karolinenglück | 4 | $1^1/_2$ | $6^1/_2$ | — |
| auf Helene Amalie | 2 | 3 | 5 | — |
| im oberen Schachttheile daselbst | 4 | 3 | 5 | — |
| auf General | 3 | 2 | 3 | — |

[80]) Verhandl. des naturhistor. Vereins der preuss. Rheinlande u. Westfalens. Bonn 1860. Sitzungsberichte der niederrhein. Ges. in Bonn S. 72.

Reinen Trassmörtel muss man überall da anwenden, wo die Wasserzuflüsse stark, der Druck gross ist. Statt Ziegelmehl nimmt man auch wohl Steinkohlenasche, welche aber weniger zu empfehlen ist wegen der anhaftenden Kohlentheilchen; so mischt man z. B. für Dämme 3 Theile Trass, 1 Theil Asche, 2 Theile Kalk. Sandzusatz wirkt nicht hydraulisch, darf daher nur bei unwichtigen Bauwerken vorkommen; man mischte auf der Steinkohlengrube Friederika bei Bochum 3 Theile Kalk, 2 Theile Sand, 3 Theile Trass, auf der Steinkohlengrube Nachtigall bei Witten 3 Theile Kalk, 3 Theile Sand, 3 Theile Trass.

Die Bereitung des Trassmörtels, wobei eine möglichst innige Vermengung aller Theile beabsichtigt wird, erfolgt theils von Hand,[81]) bei grosser Masse neuerdings wohl in Mengetrommeln[82]) oder besser in Knetmühlen. Dies sind im Allgemeinen konische Gehäuse, in denen sich eine mit Armen versehene Welle dreht, die Arme sind spiral gestellt und tragen Messer mit etwas nach Aussen gerichteter Schneide. Auf der Steinkohlengrube Westfalia bei Dortmund hatte man ein Gehäuse von ($4^7/_{12}$ Fuss) 1,439 Meter Länge, oben (31) 811, unten (20 Zoll) 523 Millimeter Durchmesser, aus (1 Zoll) 26 Millimeter starken tannenen Brettern mit einem (2 Zoll) 52 Millimeter starken eichenen Boden, welches mit eisernen Ringen gebunden war; oben war eine trichterförmige Erweiterung zum Aufgeben, unten ein Schieber mit Gerinne zum Ablassen angebracht. Die Welle hatte 8 eiserne Arme, die Länge der Messer betrug zu jeder Seite (3 Zoll) 78 Millimeter, dieselben waren an den unteren Armen näher zusammengestellt, als an den oberen. Die Trommel wurde durch ein (7 Fuss) 2,197 Meter im Durchmesser haltendes Wasserrad mit 10 bis 14 Umdrehungen in der Minute betrieben, von welchem auf die Trommel eine Bewegung von 70 bis 80 Umdrehungen in der Minute übertragen wurde. Die Materialien wurden vorläufig gemengt, dann eingefüllt und zwar ($8^1/_4$ Scheffel) $4^1/_2$ Hektoliter hydraulischer Kalk mit ($8^1/_4$ Kubikfuss) $^1/_4$ Kubikmeter Wasser, dann ($4^1/_2$ Scheffel) $2^1/_2$ Hektoliter Trass, dann nochmals ($2^1/_2$ Scheffel) $1^1/_3$ Hektoliter und endlich (7 Scheffel) $3^5/_6$ Hektoliter, zusammen (14 Scheffel) $7^2/_3$ Hektoliter Trass, wodurch die Trommel auf $^2/_3$ bis $^3/_4$ ihrer Höhe gefüllt wurde; binnen 7 Minuten war die Mengung vollendet und wurden (18 Scheffel) 10 Hektoliter Mörtel gewonnen, so dass in 12stündiger Schicht etwa (270 Scheffel) 148 Hektoliter Mörtel dargestellt wurden, wobei auf 1 Arbeiter (54 Scheffel) $29^2/_3$ Hektoliter kommen, während 1 Arbeiter mit der Hand höchstens (17 Scheffel) $9^1/_3$ Hektoliter in der Schicht mengen kann.

Der Trassmörtel muss immer ganz frisch verwendet werden, weshalb immer nur der augenblickliche Bedarf zubereitet werden darf. Die Er-

[81]) Huyssen: Die Anwendung der Mauerung zum Abdämmen der Grubenwasser in Westfalen in Dr. Karsten u. Dr. v. Dechen Archiv. 1853. S. 14.

[82]) Der Berggeist. Köln 1860. S. 222.

härtung findet frühestens in 5 bis 6 Wochen, spätestens in 3 bis 4 Monaten statt, wobei man je nach dem Bedürfniss der langsameren oder schnelleren Erhärtung die richtige Mischung durch Versuche feststellen muss.

*bb.* Wasserkalke und natürliche Cemente.

Jeder thonhaltige Kalkstein erhält beim Brennen mehr oder weniger hydraulische Eigenschaften; bei 10 pCt. Thongehalt sind diese Eigenschaften schwach, aber der Kalk gedeiht schon weniger beim Einlöschen, bei 20 bis 30 pCt. Thon erhärtet er sehr fest und lässt sich nach dem Brennen noch einlöschen, ohne pulverisirt zu werden, bei höherem Thongehalte zerfällt der Stein nach dem Brennen weder an der Luft, noch im Wasser.

Die thonhaltigen, aber noch einlöschbaren Kalke heissen in einzelnen Gegenden Wasserkalke; sie bedürfen, um guten Mörtel zu geben, noch eines Zusatzes von Trass oder einer ähnlichen Substanz, deren Menge nach dem ursprünglich vorhandenen Gehalt von Kieselthon schwankt.

Natürliche Cemente werden aus Gesteinen bereitet, welche eine angemessene Menge Thon enthalten und der Zusätze nicht bedürfen; sie zerfallen niemals an der Luft, aber im Wasser und lassen sich daher nicht einlöschen; sie heissen im Allgemeinen Roman-Cemente. Sie enthalten kaustischen Kalk und schliessen sich dadurch dem Trassmörtel an. Bedingende Momente für die geeigneten Gesteine sind: richtiger Gehalt an Thon, der reich an Kieselsäure sein muss, und innige Mengung desselben mit der kohlensauren Kalkerde. Solche Gesteine finden sich viel in der Juraformation, aber auch in jüngeren Gebilden, z. B. die Septarien im Londonthon auf den Inseln Sheppey, Wight, Tanet, sowie an den Küsten von Yorkshire, Kent, Somersetshire. Eine Analyse von Berthier[83]) gab folgende Zusammensetzung:

| | | |
|---|---|---|
| kohlensaure Kalkerde | 65,7 | pCt. |
| kohlensaure Magnesia | 0,5 | „ |
| kohlensaures Eisenoxydul | 6,0 | „ |
| kohlensaures Manganoxydul | 1,6 | „ |
| Kieselsäure | 18,0 | „ |
| Thonerde | 6,6 | „ |
| Wasser | 1,2 | „ |

Nach einer anderen Analyse enthält ein Stein aus der Grafschaft Kent und der daraus bereitete Cement folgende Bestandtheile:

| in Salzsäure unlösliche Bestandtheile | Stein | Cement | erhärtete Masse |
|---|---|---|---|
| Quarz | 6,0 | 6,0 | 8,4 |
| Kieselsäure | 10,5 | 0,3 | 3,8 |
| Eisenoxyd | 1,2 | } 1,3 | } 2,5 |
| Thonerde | 2,5 | | |

[83]) Karmarsch u. Dr. Heeren technisches Wörterbuch Bd. 2. S. 454.

| in Salzsäure lösliche Bestandtheile | Stein | | Cement | erhärtete Masse |
|---|---|---|---|---|
| Kieselsäure | 0,7 | | 19,4 | 8,1 |
| Eisenoxyd | 11,6 | | 9,2 | 6,6 |
| Thonerde | 4,3 | | 7,3 | 5,9 |
| kohlensaure Kalkerde | 52,4 | Kalkerde | 48,2 | 42,8 |
| kohlensaure Magnesia | 7,0 | Magnesia | 2,7 | 1,9 |
| Kali | 0,8 | | 0,8 | 1,0 |
| Natron | 0,2 | | 0,2 | 0,3 |
| Wasser | 2,8 | | 1,0 | 6,9 |
| Kohlensäure | — | | 3,4 | 11,8 |

Unter Quarz sind die durch Schwefelsäure nicht mehr aufschliessbaren Theile verstanden. Nach vielen Untersuchungen nehmen diese hydraulischen Kalke beim Erhärten 12 bis 15 pCt. Kohlensäure und etwa 8 pCt. Wasser auf, was auch durch die vorstehenden Analysen zum Theil bestätigt wird.

Die Steine werden im Ofen gebrannt, wobei Vorsicht nöthig ist, um nicht Veranlassung zur Silicatbildung auf trocknem Wege zu geben; nach dem Brennen wird der Stein zermahlen, wobei man ihn vor Feuchtigkeit schützen muss. Für den Gebrauch wird das Mehl mit Wasser zu einem Brei angerührt und gehörig durchgemengt, zuweilen mit einem Zusatz von Sand, der aber rein mechanisch wirkt. Bei der Schachtmauer auf der Steinkohlengrube ver. Präsident bei Bochum mengte man zu 2 Volumen Mindener Cement 1 Volumen Sand, für Dämme daselbst 3 Volumen Sand theils zu 2 Volumen, theils zu 3 Volumen Cement.

Die natürlichen Cemente erhärten sehr rasch, in 15 bis 20 Minuten, darin liegt ihr Vortheil und ihr Nachtheil; man wird sie also überall da gern anwenden, wo eine schnelle Erhärtung nothwendig ist, dagegen nicht, wo eine langsamere Erhärtung wünschenswerth ist. Einmal erhärteter Mörtel ist nicht wieder zu gebrauchen. Beim Erhärten bildet sich nach Fuchs ein anderthalb basisches Silicat der Kalkerde und nach Anderen, wenn auch Thonerde zugegen ist, ein ähnliches Aluminat oder vielleicht ein basisches Aluminat, so dass das Product der Erhärtung $= \dot{\mathrm{C}}\mathrm{a}^3\ddot{\mathrm{S}}\mathrm{i} + \dot{\mathrm{C}}\mathrm{a}\,\ddot{\mathrm{A}}\mathrm{l}$ sein würde.

### *cc.* Künstliche oder Portland-Cemente.[83])

Die künstlichen Cemente werden jetzt vielfach und zwar mit jedem Grade von Bindefähigkeit dargestellt, so am Rhein, in Schlesien, in Stettin u. a. a. O. Nach Winckler sind sie von den natürlichen Cementen dadurch unterschieden, dass sie keinen kaustischen Kalk enthalten, sondern ein sehr basisches Silicat bilden, in welchem 3 bis 4 Aequivalente

---

[83]) Hagen, Handbuch der Wasserbaukunst Bd. 1. S. 771. — Schubarth, Handbuch der techn. Chemie Bd. 2. S. 365. — Dingler polyt. Journ. Bd. 202. S. 434.

Basis (Kalkerde und Alkalien) auf 1 Aequivalent Säure (Kieselsäure, Thonerde, Eisenoxyd) kommen; in Berührung mit Wasser zersetzen sie sich in anderthalb basisches Kalksilicat, Verbindungen von Kalkerde mit Thonerde und Kalkerdehydrat, welches sich an der Luft mit Kohlensäure verbindet. Dass dies wirklich geschieht, hat Winckler nachgewiesen, indem er erhärteten Cement mit kohlensäurefreiem Wasser behandelte und als Rückstand eine Verbindung behielt, welche nahezu als $\dot{C}a^3 \ddot{S}i + \dot{C}a \ddot{A}l$ zu deuten war. Wesentlich scheint ein Gehalt von Alkalien zu sein.

Man bereitet die Cemente, indem man die Grundmassen in den passenden und erprobten Verhältnissen mengt; erfolgte die Mengung in Pulverform, so setzt man Wasser hinzu; mengt man die Massen in breiiger Gestalt, so dampft man ab: Beides bis das Ganze eine plastische Masse bildet. Aus dieser formt man Brote in Gestalt von Ziegelsteinen oder auch wohl runde Ballen von 52 bis 78 Millimeter Durchmesser, trocknet dieselben und brennt sie, was zwischen Holzkohlen oder Koksstücken in einem gut ziehenden Ofen geschieht, wobei die Regulirung der Hitze sehr nothwendig ist, denn wenn man zu stark brennt, so erhält man eine Schlacke, welche häufig an der Luft in Pulver zerfällt, welches nicht erhärtet, während bei geringer Temperatur der Cement zu viel unverbundenen Kalk behält, sich bei der Vermischung mit Wasser zu stark erhitzt und darin häufig zu Brei zerfällt. Gut gebrannter Cement zeigt sich unter dem Mikroskop als eine vollständig geschmolzene, aber poröse Masse und hat fast das Ansehen des Bimsteins, gewöhnlich von grünlicher Farbe und zertheilt sich beim Pulvern in Blättchen, welche sich ganz dicht auf einander lagern und durch ihre grosse Dünnheit die vollständige Zersetzung durch Wasser möglich machen.

Proben über die Güte des Cements wurden beim Hafenbau in Hâvre sowohl auf Festigkeit, wie auf das Wasserdurchlassen angestellt.[84]) Für den ersten Zweck formte man Ziegel, von denen einer in Wasser, ein anderer in Luft der Erhärtung ausgesetzt wurde; nach der Erhärtung machte man Sägeschnitte auf den langen Seiten, mittelst eines derselben wurde der Stein an einer Zange aufgehängt, mittelst eines anderen erfolgte die Belastung gleichfalls an einer Zange, bis der Bruch stattfand, woraus man die Festigkeit bestimmte. Für den anderen Zweck formte man Cylinder von 0,100 Meter Durchmesser und 0,15 Meter Höhe, von denen wiederum einer in Luft, ein anderer in Wasser erhärtet wurde; die Cylinder schraubte man zwischen zwei Messingdeckel so dicht, dass zwischen Deckel und Cylinder kein Wasser durchdringen konnte. Am oberen Deckel hatte man ein Bleirohr, welches mit einem grösseren Reservoir in Verbindung stand, so dass ein Druck von 5 Meter Wassersäule entsteht. Nach den Versuchen gab unter den Mischungen des Cements mit Sand im

84) G. Dulk: Hafenanlagen in Frankreich in Zeitschr. für Bauwesen, herausgegeben von Erbkam. Berlin 1863. S. 111.

Verhältniss von 1 : 2 bis 1 : 7 ein Gemenge von 1 Volumen Cement mit 2 Volumen Sand die festeste und dichteste Masse, unter den Cementen zeigten sich am besten die englischen.

Als Thone haben sich diejenigen am besten bewährt, welche noch Trümmer von Feldspath und Glimmer enthalten, aber frei von Quarz und Sand sind.

Zwei käufliche Sorten zeigten folgende Zusammensetzung:

| | I. | II. |
|---|---|---|
| Kali | 1,00 | 1,70 |
| Natron | 1,66 | 1,50 |
| Kalkerde | 54,11 | 62,23 |
| Eisenoxyd | 5,30 | 1,90 |
| Thonerde | 7,75 | 4,00 |
| Kieselsäure | 22,23 | 22,22 |

In der Probe I kommen 3 Aequivalente Basis auf 1 Aequivalent Säure, in der Probe II 4 Aequivalente Basis auf 1 Aquivalent Säure.

Uebrigens ist es Winckler gelungen, Cemente nur aus Thonerde und Kalkerde darzustellen, welche allerdings weniger geeignet sind, der Kohlensäure zu widerstehen.

Die Erhärtung erfolgt langsamer, als beim Romancement, doch muss man auch die künstlichen Cemente sorgfältig aufbewahren und vor Feuchtigkeit schützen. Weder die künstlichen, noch die natürlichen Cemente werden eingelöscht und dürfen niemals in grösseren Mengen, als der augenblickliche Bedarf erheischt, zubereitet werden.

Die Cemente werden zur Versendung in Tonnen verpackt, wozu die Fabrik von Robins und Comp. und ähnlich auch die anderen Fabriken Normaltonnen[85]) anwenden, deren Maasse folgende sind: äussere Höhe (2 Fuss $3\frac{1}{2}$ Zoll rheinländisch) 0,719 Meter, innere Höhe zwischen den Böden (2 Fuss) 0,628 Meter, Bodendurchmesser (1 Fuss $3\frac{1}{2}$ Zoll) 0,405 Meter, Spundtiefe (1 Fuss 6 Zoll) 0,471 Meter, sie fassen (3,32 Kubikfuss) 0,100 Kubikmeter fest gepressten Cement, welche in aufgelockertem Zustande (5 Kubikfuss) 0,150 Kubikmeter ergeben; die gefüllte Tonne wiegt 400 Zollpfund, die leere 25 Pfund, der Cement also 375 Pfund. 1 Kubikfuss Cement aufgelockert wiegt also 75 Pfund, das specifische Gewicht ist 1,215, festgepresst und trocken wiegt $\frac{1}{10}$ Kubikmeter 375 Pfund mit einem specifischen Gewicht von 1,831; verarbeitet, fest und trocken hat $\frac{1}{10}$ Kubikmeter 390 Pfund absolutes, 1,890 specifisches Gewicht. Hieran sind Gewichtsangaben über andere Cemente und Mörtelmassen in aufgelockertem Zustande zu schliessen:

---

85) Der Berggeist. Köln 1862. S. 105.

| | absolutes Gewicht | specifisches Gewicht |
|---|---|---|
| Portlandcement wie vor | 75 Zollpfund | 1,21 |
| Romancement | 64 „ | 1,03 |
| Puzzolane | 53 „ | 0,86 |
| Santorin | 52 „ | 0,85 |
| Trass | 56 „ | 0,91 |
| hydraulischer Kalk von Wildau | 51 „ | 0,82 |
| desgl. von Krienberg | 61 „ | 0,99 |
| Cement von Vossy | 59 „ | 0,96 |
| Cement von Rouilly | 86 „ | 1,39 |

Ueber die Theorie des Vorganges, welcher die Erhärtung der hydraulischen Mörtel hervorruft,[86]) sind entgegengesetzte Ansichten laut geworden, deren Richtigkeit zur Zeit noch nicht entschieden ist. Während Fuchs durch Versuche nachweist, dass unter dem Einflusse des Wassers eine chemische Verbindung zwischen aufgeschlossener Kieselerde und Kalkhydrat eintritt, stellt Winckler die abweichende Ansicht auf, dass dieser Vorgang nur bei den hydraulischen Mörteln, welche, wie der Romancement, der Trassmörtel, im frischen Zustande stets Aetzkalk enthalten, zutreffe; dagegen soll bei den anderen Cementen, welche nach seiner Behauptung im frischen Zustande keinen Aetzkalk enthalten — und dazu gehört nach ihm der Portlandcement — sich unter Mitwirkung des Wassers ein basisches Silicat in freien Aetzkalk und in eine Verbindung zwischen Kieselsäure und Kalk, Thonerde und Kalk zerlegen, wie sie in den Romancementen aus dem Aetzkalk und der freien Kieselsäure oder sauren Silicaten sich bilden. Die entgegenstehenden Ansichten haben verschiedene Vertheidiger gefunden, doch ist der Streit zur Zeit noch nicht definitiv geschlichtet.

*dd.* Beton.

Beton oder Grundmörtel ist zusammengesetzt aus hydraulischem Mörtel, Sand, Gerölle, Ziegelbruchstücken u. dgl. m. und dient in der Wasserbaukunst, um Grund für Bauten zu bilden, wo man ihn vollständig angerührt durch hölzerne Kästen eingiesst. Auch bei der Grubenmauerung wendet man ihn an, um ein Bette für die Mauerung zu bilden, oder zur Ausfüllung von Räumen hinter der Zimmerung, Mauerung, selbst hinter Eisenausbau in Schächten.

Zur Beurtheilung der Güte von hydraulischem Mörtel hat Vicat ein Instrument angegeben, welches in einer Stahlspindel besteht; dieselbe wird

[86]) Ueber den Portlandcement in Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure. Bd. 12. S. 257. — Dingler polyt. Journal. Bd. 191. S. 287. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen Wien 1868. S. 362. — Asimont: Die Silicate in ihrer Bedeutung als Cemente in der allgemeinen Bauzeitung von H. und E. v. Foerster. Wien 1868/69. S. 241. — Frémy: über hydraulische Cemente in Dingler polyt. Journal. Bd. 192. S. 53.

auf den Mörtel aufgesetzt und gedreht, die Umgänge werden gezählt, bis die Spindel 6 Millimeter tief eingedrungen ist; je grösser die Zahl der Umdrehungen ist, je länger also die Spindel Zeit gebraucht, um einzudringen, desto besser ist der Mörtel. Andere belasten die Stahlspindel und schliessen aus der grösseren oder geringeren Belastung, welche zum Eindringen der Spindel bis zu einem gewissen Punkt nöthig ist, auf die Güte des Mörtels.

3. Sonstige Bindemittel.

Gips, den man im Mansfeldischen fälschlich Lederkalk nennt, widersteht der Feuchtigkeit nicht und taugt deshalb für Grubenzwecke nicht.

Asphalt wird bei der Grubenmauerung nicht leicht gebraucht.

Moos wendet man in verschiedenen Grubenwassern wohl an, indem sich aus dem Moos und dem Sinter eine bindende Masse bildet.

Lehm findet sich vielfach in Dämmen gegen Grubenbrand benutzt.

Von Hingenau[87]) empfiehlt für Grubenmauerung den Versuch mit einem vom Apotheker Rhode in Naumburg angegebenen Mörtel, dessen Hauptmasse — Sägespäne aus weichem Holz — in frisch gelöschtem Kalk eingeknetet wird; die Sägespäne müssen mehr eine faserige, als eine würfelförmige Structur haben, an Kalk ist nur so viel erforderlich, als nöthig ist, um den Mörtel anzuheften. Es bildet sich eine filzige Masse, welche gegen Stoss unempfindlich ist und sich nicht verändert. Namentlich zum Verputzen und zwar besonders an sonst feuchten Wänden soll dieser Mörtel sich bewähren.

## II. Arten der Mauerung.

Man unterscheidet Scheibenmauer, bei welcher die Steine parallel über einander liegen, so dass ein oder zwei Flächen Ebenen der Mauer bilden, und Gewölbe, bei welchen die Steine nach bestimmten, krummen Linien an einander stehen mit in der Richtung des Krümmungsradius liegenden Fugen, und welche sich selbst nebst einer darüber befindlichen Last tragen.

*a.* Scheibenmauer.

Bei der Scheibenmauer benennt man die Sohle Fuss, die dem Beschauer zugekehrte Fläche Stirn, die abgekehrte Rücken. Von einzelnen Bruchsteinen heisst die Stirnfläche Kopf, die breiten Seiten Lager. Man hat zu unterscheiden geradstirnige Scheibenmauer, bei welcher die vordere Seite eine Ebene bildet, die entweder lothrecht oder regelmässig geneigt ist, und krummstirnige mit gewölbter Stirn, welche schon den Uebergang in das Gewölbe macht; die Krümmung ist in söhligen Strecken senkrecht, in seigeren Schächten horizontal.

Eine geradstirnige Scheibenmauer mit lothrechter Stirn widersteht vorzugsweise einem lothrechtem Druck von Oben und zwar mit ihrer rück-

[87]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen Wien 1870. S. 295.

wirkenden Festigkeit, entspricht also hierin dem Stempel; gegen Seitendruck leistet sie nur Widerstand mit ihrem Gewicht, mit der Adhäsion oder Reibung der Theile und mit der Reibung des Fusses. Zur Erhöhung des Widerstandes wird sie abgeböscht und dadurch stabiler, oder man krümmt die Stirn.

Wenn ein Bindemittel angewendet ist und dies ebenso viel oder mehr Festigkeit bekommt, als die Steine, wie z. B. hydraulischer Mörtel, so ist von einer Adhäsion der Theile nicht mehr die Rede; hat man dann, wie in wasserdicht ausgemauerten Schächten, eine in sich geschlossene krumme Mauer, so entspricht diese einer von Aussen gedrückten Röhre und ist hinsichtlich ihrer Widerstandsfähigkeit ebenso zu beurtheilen.

Für Scheibenmauer ist stets ein haltbarer Fuss erforderlich; wenn derselbe nicht im festen Gestein vorhanden ist, so müssen Grundplatten oder Roste in Strecken gelegt, Tragebögen in Schächten und Strecken geschlagen werden.

Beim Herstellen der Mauer aus Bruchsteinen lässt man die Unebenheiten der Steine in einander greifen, füllt die Zwischenräume mit kleineren Steinen oder bei nasser Mauerung mit Mörtel aus. Die Mörtelfuge darf ein gewisses Maass nicht übersteigen, etwa ($^1/_4$ bis $^1/_2$ Zoll) 6 bis 13 Millimeter, bei wasserdichter Mauerung geht man auch über ($^1/_2$ Zoll) 13 Millimeter.

In der Bruchsteinmauer muss jeder Stein mindestens auf zwei unteren liegen; sind viele mittlere und kleinere Steine vorhanden, so lässt man von Zeit zu Zeit einige grosse durch die ganze Mauer gehen, um einen gehörigen Verband herzustellen. Uebrigens müssen die Steine aus geschichtetem Gebirge stets so liegen, dass der Druck möglichst winkelrecht zur Schichtung wirkt, weil sie sonst leicht bersten.

Bei Ziegelsteinen erhält man wegen ihres regelmässigen Formats von selbst guten Verband, indem man mit Läufer- und Streckerreihen wechselt; nur bei wasserdichter Mauerung, von welcher weiter unten die Rede sein wird, ist noch Besonderes zu beachten, indem hier jeder Stein mindestens von drei unteren getragen werden muss, um alle durchgehenden Fugen zu vermeiden.

In Strecken wird die lothrechte Scheibenmauer nach Schnur und Loth, die geböschte nach Lehren, die krummstirnige nach Schablonen ausgeführt. Muss man die Mauer absetzen, bevor man sie weiter fortführt, so darf man nicht verzahnen, sondern muss sie terrassenförmig von unten nach oben auslaufen lassen.

### *b.* Gewölbe.

Die Gewölbe, wenn sie nicht ganz umlaufen, also nicht eine geschlossene Röhre bilden, widerstehen auf doppelte Art:

1. indem sie einen auf die Aussenfläche wirkenden Druck aufnehmen und auf feste Punkte ableiten, gegen welche das Gebirge sich stützt; sie

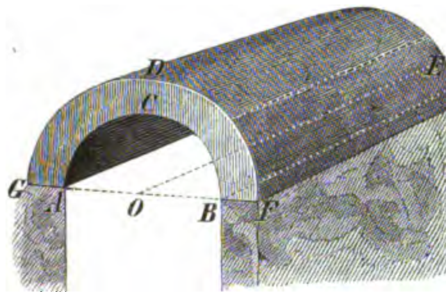
sind dann gleichsam ein Keil bei vollständiger Homogenität oder — wenn trocken, beziehungsweise mit Mörtel geringerer Cohärenz gemauert wird — eine Reihe von Keilen, welche den Druck in sich vertheilen und schliesslich seitlich ablenken, sie wirken also mit rückwirkender Festigkeit.

2. Die zweite Art des Widerstandes erfolgt gegen einen in der Richtung der Sehne des Bogens wirkenden Druck (Spanngewölbe, Spannbogen). Derartige Gewölbe finden sich selten, namentlich nur beim Erzbergbau in Sachsen; sie entsprechen dem Stempel oder Bolzen und ihre Krümmung hat nur den Sinn, das eigene Gewicht der Steine zu tragen, welches überhaupt nicht gross sein darf, weil der in der Richtung der Sehne wirkende Druck das Bestreben hat, das Gewölbe nach Oben, als Keil, herauszuschieben oder bei starker Krümmung im Scheitel zu zerbrechen.

Die Gewölbe zum Widerstande gegen die erste Art Druck sind entweder von *einfacher Krümmung* (Tonnengewölbe, einem Cylinder oder dem Theile eines Cylinders in der weitesten Bedeutung entsprechend) oder von *doppelter Krümmung* (Kuppelgewölbe, nach irgend einem Rotationskörper z. B. einer Kugel gebildet oder aus Theilen desselben zusammengesetzt).

Bei einem *Tonnengewölbe* finden folgende Benennungen statt. In der Figur 256 bezeichnet AB Weite, C Scheitel, OC Höhe, $\frac{OC}{AB}$ Spannung,

Fig. 256.




welche entweder in Zollen auf Fuss oder in Theilen der Elle, wie in Sachsen, angegeben wird, CD Stärke, O Mittelpunkt der Krümmung oder Centralpunkt, deren mehre vorhanden sein können, OE Achse, auch Länge, ACB innere Wölbung, GDF äussere Wölbung, AGDFBCA Stirn, AG und BF Widerlager; die Theile des Gewölbes unmittelbar an den Widerlagern heissen Füsse.

Aehnlich sind die Bezeichnungen bei *Kuppelgewölben* und mit durch die Form gebotenen Abänderungen bei in sich ganz geschlossenen Gewölben.

Sonstige Unterschiede in den Gewölbeconstructionen sind folgende: *stehende und liegende Gewölbe*, je nach der Lage der Achse, ge-

neigte Tonnengewölbe oder Kellerhalsgewölbe mit geneigter Achse, Bogen, Theile eines Gewölbes von geringer Länge, Stutzgewölbe und Stutzbogen mit stark aufgerichteter Sehne d. h. solche, bei denen die Füsse nicht in einer Horizontalebene liegen, scheitrechte Gewölbe, bei denen man aussen und innen keine Krümmungen wahrnimmt, Klostergewölbe, welche auf einem Polygon stehen, bei Grubenmauerung aber nicht leicht vorkommen, Gurtmauerung, welche aus einzelnen, dicht neben einander ohne Verband oder in Zwischenräumen ausgeführten Bogen besteht.

Die Curven, nach denen beim Bergbau Gewölbe construirt werden, mögen sie irgendwo Stützpunkte finden oder ganz umlaufend den Raum schliessen, beschränken sich im Allgemeinen bei einfacher Krümmung auf den Kreis oder Theile desselben (Kreisbogen) und auf die Ellipse; statt der Ellipse setzt man auch wohl ellipsenähnliche Curven auf bekannte Art aus einzelnen Kreisbogen zusammen und bildet Korbbogen, theils um die Lehrbogen (Schablonen) leichter anfertigen zu können, theils um mehr Raum innerhalb der Curven zu gewinnen; nur selten wendet man die Kettenlinie an, obschon ein hiernach gebildetes Gewölbe bei gleicher Stärke in allen Theilen gleichen Widerstand leistet, wie ein solches mit kreisförmiger oder elliptischer Krümmung, und zugleich am wenigsten Druck auf die Widerlager ausübt, während beim Kreise der Druck sich nicht gleichmässig vertheilt und daher eine grössere Mauerstärke erfordert, dagegen hat der Kreisbogen den Vortheil, sich am leichtesten construiren zu lassen. Wohl noch seltener als die Kettenlinie findet sich der gothische Bogen, zusammengesetzt aus zwei Kreisbogen, welche aus den Endpunkten der Sehne mit dieser als Halbmesser beschrieben sind; ein solcher Bogen nähert sich am meisten der Kettenlinie, er hat grossen Widerstand gegen den Druck von Oben.

Bei Gewölben von doppelter Krümmung findet sich wohl nicht leicht eine andere krumme Oberfläche, als die der Kugel, also eine sphärische Krümmung, während in der Civilbaukunst sich gerade bei Kuppelgewölben sehr mannigfache Formen finden, indem hier Parabeln und Hyperbeln als Durchschnittslinien vorkommen.

Die Momente, welche auf die Festigkeit eines Gewölbes von Einfluss sind, lassen sich am allgemeinsten und besten bei einem Gewölbe übersehen, welches sich mit seinen Füssen gegen irgend ein Widerlager stützt und von Oben belastet (gedrückt) ist. Von Einfluss ist

1. der Grad der Spannung. Legt man ein nach der Kreislinie gekrümmtes Gewölbe zu Grunde, so ist klar, dass, je grösser die Spannung ist, desto grösser auch bei sonst guter Construction der Widerstand gegen den Druck sein muss, desto grösser aber auch die Belastung des Widerlagers oder, was dasselbe ist, desto geringer die Verlegung des Drucks in das die Stütze bildende Gestein. Bei Kreisbogen bestimmt sich dieses Verhältniss auch durch den Centriwinkel: je kleiner dieser, desto mehr wird der Druck auf die Widerlager in das Gestein abgelenkt, desto mehr

ist das Gewölbe geeignet, auch Seitendruck aufzunehmen, aber desto weniger leistet es bei derselben Stärke Widerstand gegen den äusseren Druck. Als das Extrem nach der einen Richtung erscheint also bei Streckenmauerung der Halbkreis (vollzirkeliges Gewölbe), den man indess vielfach der Bequemlichkeit wegen anwendet, bei Strecken mit seigeren Stössen und nicht zu grosser Weite. Im Königreich Sachsen hat man für die Streckenmauerung auf den dortigen Gängen folgende Zahlen für die Spannungen angenommen:

| | | | |
|---|---|---|---|
| bei gewöhnlichen Gewölben | 125 bis 160 | Millimeter | auf den Meter Sehne |
| bei gewöhnlichen Gewölben und starkem Druck | 200 | „ | desgl. |
| bei Sohlengewölben | 80 bis 100 | „ | desgl. |
| bei krummstirnigen Scheibenmauern | 30 bis 40 | „ | desgl. |
| bei Spanngewölben | 80 | „ | desgl. |

2. Die Stellung der Widerlager. Die Widerlager müssen radial, beziehungsweise normal zur Tangente stehen, wobei die Festigkeit der die Unterstützung bildenden Massen selbstverständlich vorausgesetzt ist, mag dies Gestein oder anderes Mauerwerk sein.

3. Die Stärke und das Material des Gewölbes. Allgemeingiltiges ist über diese Punkte kaum zu sagen, nur so viel, dass das Material, die Spannung, die Stärke sich gegenseitig bedingen.

4. Die Verbindung der einzelnen Gewölbetheile, der Verband des Mauerwerks. Die Fugen müssen radial gestellt werden, was insbesondere bei Bruchsteinen und keilförmigen Ziegeln hervortritt, weniger bei gewöhnlichen Ziegeln, wo die radiale Fuge durch den Mörtel ausgeglichen werden kann; ferner ist für gehörigen Verband Sorge zu tragen, indem niemals umlaufende Fugen zu gestatten sind, in welchen leicht eine Trennung erfolgen kann. Besonders bei trockner Mauerung ist für gleichmässige Berührung der Lagerflächen zu sorgen, denn wenn die Fugen vorn enger als hinten sind, so springen die innern Kanten der Steine leicht ab, das Gewölbe arbeitet sich nach und nach aus; in ähnlicher Weise geschieht dies bei nicht gehöriger Verlagerung der Steine von Aussen nach Innen. Ueberhaupt ist als Regel nach Möglichkeit gleiche Weite der Fugen festzuhalten. Ein terassenförmiges Aufmauern ist immer besser, als ein verzahntes, weil dadurch das gleichmässige Setzen des Mauerwerks erleichtert wird und nach Unterbrechungen neue Stücke leichter angeschlossen werden können.

5. Die Sehne muss eine richtige Stellung zum Druck haben; man nimmt sie im Allgemeinen rechtwinkelig gegen den Druck.

Für die Ausführung der Mauerung hat man Folgendes zu beachten:

1. Die Mauern sind nach Schablonen (Lehrbiegen, Lehrbogen, Lehren) ausführen, theils um die richtige Krümmung festzuhalten, theils — und zwar in allen Fällen, wo man es nicht mit der Sicherung der Stösse seigerer Schächte oder mit Sohlengewölben oder krummstirnigen

Scheibenmauern in Strecken zu thun hat — um den Gewölben so lange Halt zu geben, bis sie bei trockener Mauerung geschlossen, und bei nasser Mauerung der Mörtel hinreichend erhärtet ist.

2. Bei nasser Mauerung und besonders bei wasserdichter hat man dieselbe gegen das Auswaschen des Mörtels zu sichern.

3. Die leeren Räume zwischen Mauerung und Gebirge sind da, wo Gebirgsdruck abzuhalten ist, auszufüllen.

4. Das Holz, welches zur Offenhaltung des Raumes Behufs Herstellung der Mauerung gedient hat, muss entfernt werden, damit der Gebirgsdruck unmittelbar von der Mauer aufgenommen werden kann.

### III. Mauerung in Strecken.[88])

Die einfachste Gestalt der Streckenmauer ist, wenn nur von Oben der Druck wirksam ist, der Pfeiler, welcher zur Scheibenmauer zu rechnen ist. Man wendet ihn in Stockwerks- und Weitungsbauen an, wo nur einzelne Stellen zu sichern sind, auch bei dem früher besprochenen Abbau in Steinkohlenflötzen, wenn das Brechen des Daches verhindert werden soll, wo dann der gemauerte Pfeiler den aus der Substanz der Lagerstätte ersetzt. Ein solcher Pfeiler entspricht dem Stempel bei der Zimmerung.

Scheibenmauer zur Sicherung gegen Druck von Oben ist gewissermassen eine fortlaufende Pfeilerunterstützung. Dieselbe wird nicht selten bei flachfallenden, mit Bergeversatz abgebauten Lagerstätten als Begränzung der Förderstrecken und beziehungsweise des Versatzes angewendet und wird dann häufig aus den grossen Wänden trocken aufgemauert; aber auch überhaupt findet sie Anwendung in Strecken mit seigeren oder fast seigeren Stössen, wobei ausser dem Druck von Oben auch geringer, aus jenem in vielen Fällen secundär entspringender Seitendruck abgehalten werden soll. Den Widerstand der Mauer gegen Seitendruck verstärkt man durch Abböschen der Stossmauern, welche meistens aus dem in der Grube vorhandenen Material und trocken hergestellt werden.

Wenn die Firste nicht im Ganzen drückt, sondern das Gebirge schon mehr zerklüftet ist, so legt man wohl in gewöhnlicher Art über die beiden Stossmauern Kappen mit Füllhölzern, was nicht selten in flachfallenden Steinkohlenflötzen vorkommt. Fig. 257.

Fig. 257.



Pfeiler, wie Scheibenmauer stehen am besten söhlig auf, lassen sich aber bis zu 10 bis 12 Grad Fallen der Ebene der Lagerstätte anpassen; bei grösserem Fallen würde das Abrutschen der Mauer zu fürchten sein, weshalb man dann das Liegende terassenförmig einhauen muss. Bei Stossmauern für streichende Strecken in flachfallenden Lagerstätten sollte man den söhligen Fuss immer festhalten.

[88]) Kauffmann über Tunnelmauerung i. d. allgm. Bauzeitung von H. u. E. Förster. Wien 1868/69. S. 219.

Bei grösserem Druck reichen die Kappen nicht mehr aus und muss dann die Firste selbst durch ein Gewölbe gesichert werden. Im Allgemeinen ist Firstendruck allein selten, meist stellt sich auch Seitendruck ein; häufiger kommt der Firstendruck allein auf steil fallenden Gängen vor, wo überhaupt das einzelne, gegen die Stösse widerlagernde Gewölbe gerade verbreitet ist und zugleich, wie im Allgemeinen bei Firstenbau, die Bestimmung hat, den Bergeversatz zu tragen. Solche Firstengewölbe macht man selten vollzirkelig, weil doch leicht Seitendruck vorhanden ist, und es sich darum handelt, den Druck möglichst tief in das Gebirge abzuleiten; in Sachsen giebt man ($1\frac{1}{2}$ bis 2 Zoll) 125 bis 166 Millimeter, bei starkem Druck ($2\frac{1}{2}$ Zoll) 200 Millimeter Spannung auf den (Fuss) Meter. Die Sehne liegt horizontal bei seigerem Druck des Versatzes, sonst aufgerichtet und zwar mit einem Ansteigen von ($\frac{1}{2}$ bis 1 Zoll) 40 bis 80 Millimeter auf den (Fuss) Meter im Vergleich zur Richtung rechtwinkelig vom Hangenden zum Liegenden. Fig. 258. Das Firstengewölbe erfordert zur Ausführung Schablonen, welche aus Pfosten oder Brettern nach der Curve geschnitten und durch übergenagelte Querbänder gehalten werden, auch kann man sie aus Schmiedeeisen vortheilhaft herstellen, wozu ($\frac{5}{4}$zölliges) 33 Millimeter starkes Quadrateisen meist genügt; zur Verschalung der Lehrbogen nimmt man Pfosten oder Bretter, wodurch gewissermassen ein Modell des Gewölbes entsteht. Am besten beginnt man mit dem Aufstellen der Schablonen auf in passender Höhe geschlagene Spreizen, dann folgt das Aushauen der Widerlager mit Schlägel und Eisen, deren radiale Stellung man mittelst des sogen. Mauerwinkels, eines nach Curve und Radius der Krümmung geschnittenen Brettstücks, prüft, demnächst erfolgt die Verschalung, endlich das Mauern. Für Letzteres ist Grundsatz, gleichmässig von beiden Füssen aus nach der Mitte zu mauern und dort durch Einbringen des Schlusssteins zu schliessen; hiervon muss bei geneigter Sehne wegen der ungleichmässigen Verhältnisse zu beiden Seiten abgewichen werden. Gewöhnlich mauert man in stufenweis abgesetzten Schichten, so dass die Füsse voraus sind, die höheren Lagen mehr und mehr, am weitesten die Schlusssteine zurückstehen. Wenn die bereits weit vorgerückte Arbeit vor Einbringung des Schlusssteins unterbrochen werden muss, so treibt man einen Holzkeil ein oder stempelt die Mauer von beiden Seiten her ab; das Letztere ist auch erforderlich hinsichtlich der oberen Steine bei sehr stark aufgerichteten Stutzgewölben.

Fig. 258.



Für die Stärke der Firstengewölbe ist bestimmend die Länge der Sehne, die Spannung, der Druck des Versatzes, welcher bedingt ist durch die Seigerhöhe und den Fallwinkel des Ganges. In Sachsen nimmt man an, dass unter Verwendung des dortigen Gneises ein Gewölbe von (2 Fuss)

0,627 Meter Weite und der üblichen Spannung bei (11 Zoll) 288 Millimeter Stärke (20 Lachter) 42 Meter hohen Bergeversatz tragen kann und betrachtet überhaupt für Streckenmauerung den stärksten Druck als den einer Gesteinmasse zwischen zwei Gezeugstrecken; man hat die praktische Formel

$$s = 0{,}32 \sqrt{a}$$

und bei sehr starkem Druck

$$s = 0{,}35 \sqrt{a}$$

wo a die Spannweite in Meter, s die Mauerstärke des Gewölbes in Millimeter bezeichnet.

Wenn das Fallen eines Ganges schwach ist und nicht über 45 bis 55 Grad beträgt, so sichert man den Versatz bei sonst gutem Dach wohl nur durch eine Scheibenmauer, die man dann etwas krummstirnig macht.

Bei sehr mächtigen Gängen hält man häufig nur eine Strecke von mässigen Dimensionen offen, sei es, dass man Stossmauern setzt und Kappen mit Verschuss darüber legt, sei es nach Art der Mauerung in Strecken mit seigeren Stössen. In solchen Strecken äussert sich, wie schon erwähnt, der Druck meist mindestens aus der Firste und beiden Stössen, seltener aus der Firste und einem Stoss, kaum aus der Firste allein; im schlimmsten Falle tritt hierzu noch Druck aus der Sohle. Wenn der Seitendruck mässig, Sohlendruck nicht vorhanden ist, so besteht die Unterstützung aus Scheibenmauern, welche zuweilen abgeböscht werden, und einem auf diese sich stützenden Gewölbe. Fig. 259. Hierzu nimmt man bei nicht zu grosser Weite, von etwa (50 bis 60 Zoll) 1,308 bis 1,569 Meter im Lichten, den Halbkreis, bei ansehnlicherer Weite einen Kreisbogen, dessen Füsse ellipsenähnlich verlaufen, oder auch in diesem Falle, aber seltener einen Kreisbogen, für den alsdann radial bearbeitete Widerlager auf der Scheibenmauer hergestellt werden müssen; der in letzterem Falle entsprechende Seitenschub wird durch den Seitendruck aufgehoben, beziehungsweise durch das umgehende Gebirge, gegen welches sich die Scheibenmauern stützen, unschädlich gemacht. Bei einem festen Stoss fällt die Scheibenmauer daselbst fort, und das Gewölbe widerlagert dort im Gestein. Dies entspricht der halben Thürstockzimmerung, während das Gewölbe mit zwei Stossmauern der ganzen Thürstockzimmerung analog ist.

Fig. 259.



Das Gewölbe ist oft weniger stark, als die Scheibenmauer, weil jenes vermöge seiner Krümmung auch bei geringerer Stärke grösseren Widerstand entgegensetzt.

Der Fuss der Scheibenmauern erfordert nach Umständen Halt und Sicherung und zwar:

*a.* gegen das Verschieben, was man durch Einlassen in Schlitze, oder durch Pflastern zwischen beide Stossmauern, oder durch Einbringung eines Gewölbes zur Spannung beider Mauern bewirkt; das zweite und dritte Mittel ist sehr wenig üblich, da man unter solchen Umständen, die ihre Anwendung nothwendig machen, die Scheibenmauer überhaupt verlässt, das erste Mittel ist unter allen Umständen zu empfehlen, wie man auch auf den Gruben bei Saarbrücken die Scheibenmauern in der Regel in einen (6 Zoll) 157 Millimeter tiefen Schlitz setzt.[89])

*b.* Gegen das Einsinken. Man legt breite Grundplatten der Länge nach bei mässig, der Quere nach bei stark gebrächer Sohle, oder man bedient sich hierzu der Holzroste aus Pfosten oder Brettern in der einen oder anderen Richtung; seltener wendet man Sohlengewölbe an, auf deren nach Oben gekehrten Füssen man die Scheibenmauern aufsetzt, was indess nicht häufig geschieht, da man dann auch meist Seitendruck hat, der für Scheibenmauern zu gross ist; ganz ausnahmsweise bringt man von festen Stellen aus längs den Stössen Bogen an, oder wenn, wie in altem Bau, gar keine Sohle vorhanden ist, zunächst Tragebogen der Quere nach, auf welchen widerlagernd Erdbogen der Länge nach geschlagen werden.

Bei grösserem Seitendruck, aber noch haltbarer Sohle verlässt man die Scheibenmauer und wählt die Ellipse, welche unten nicht geschlossen wird, sondern ähnlich, wie die Scheibenmauer, sich gegen das Gestein stützt, wobei selbstredend die Widerlager im Krümmungsradius stehen; auch kann es vorkommen, dass die Füsse nicht bis zur Sohle zu reichen brauchen, sondern auf höher liegenden Banketts ruhen können.[90])

Wenn die Sohle ausserdem gebräch ist, so schliesst man die Ellipse nach Unten, indem sie entweder umlaufend construirt wird oder, um unten einen grösseren Querschnitt zu behalten, auf ein flaches Kreisgewölbe gesetzt wird, wo dann auf ein gutes Widerlager zu achten ist. An und für sich ist die Ellipse, obschon für Schächte nicht zu empfehlen, bei der Streckenmauerung sehr zweckmässig, weil meist der grössere Druck aus der Firste kommt und die am Ende der langen Achse stärkere Spannung sich dahin kehrt.

Wie man auch die Mauer gestalten mag, immer ist auf die Anbringung von Tragewerk Rücksicht zu nehmen. Dies geschieht bei Scheibenmauern durch Anlehnen kurzer Böcke, in welche die Spreizen für das Tragewerk, wie sonst in Thürstöcke, eingelegt werden; bei jeder Art von Mauerung kann man entweder die Spreizen ausmauern, beziehungsweise Bühnlöcher für dieselben aussparen, was indess wegen des nothwendig werdenden Auswechselns des Holzes und der auf die Mauer fortgepflanzten Erschüt-

---

89) Nöggerath a. a. O. in Zeitschrift f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 3. B Seite 159.

90) Nöggerath, ebenda. S. 160.

terungen nicht zweckmässig, auch nur bei stärkeren Mauern ausführbar ist, oder man lässt die Mauern oberhalb der Wasserseige in Gestalt von Banketts vorspringen, auf welche die Tragewerksspreizen verlagert werden, Fig. 260, oder man spannt in der Höhe des Tragewerks Bogen ein, welche oben durch Scheibenmauern abgeglichen werden und die Stege des Tragewerks ersetzen, oder endlich man überspannt die Wasserseige mit einem fortlaufenden Gewölbe, wodurch Vortheile für die Wetterführung und die Möglichkeit zur Pferdeförderung erreicht werden, wogegen das Schlämmen der Wasserseige erschwert wird, weshalb man zu diesem Zweck Einsteigelöcher in dem Gewölbe offen erhalten oder auch ausgemauerte Klärsümpfe anlegen muss.[91])

Fig. 260.



Ueber die Stärke der Streckenmauern mögen folgende Beispiele angeführt werden:

Auf den Gruben bei Saarbrücken[92]) macht man bei Anwendung von Sandstein die Stossmauern (18 bis 24 Zoll) 0,471 bis 0,628 Meter, die Gewölbe (15 bis 18, auch 20 Zoll) 0,392 bis 0,471, auch 0,523 Meter stark; im Saarstolln hat man umlaufende elliptische Mauerung von (18 Zoll) 0,471 Meter Stärke;

auf der Braunkohlengrube Glückauf bei Völpke[93]) hat man umlaufende elliptische Mauerung von (60 Zoll) 1,569 Meter Höhe und (40 Zoll) 1,046 Meter Weite aus keilförmigen Ziegelsteinen von (10 Zoll) 262 Millimeter Länge und (6 Zoll) 157 Millimeter Breite; die Breite der Steine bildet die Stärke der Mauer, sie sind in der Firste und Sohle ($2^1/_2$ zu $1^3/_4$ Zoll) 65 zu 46 Millimeter, in den Stössen ($2^1/_2$ zu $2^1/_4$ Zoll) 65 zu 59 Millimeter dick;

auf der Braunkohlengrube Georg bei Aschersleben wurde ein Sohlenort in der Kohle mittelst Abtreiben geführt und in umlaufender Ellipse ($6^2/_3$ Fuss) 2,092 Meter hoch, (4 Fuss) 1,255 Meter weit bei (5 Zoll) 131 Millimeter Mauerstärke ausgemauert, wobei zu Firste und Sohle die Ziegelsteine keilförmig hergestellt waren;

auf dem Havelsberger Stolln hatte man eine nach Unten mit einem kreisförmigen Sohlengewölbe geschlossene Ellipse und benutzte bis auf Höhe von (1 Fuss 5 Zoll) 0,445 Meter Sandsteine von (10 Zoll) 262 Millimeter Stärke, im Uebrigen Ziegelsteine von ($2^1/_2$ Zoll) 65 Millimeter Stärke, (6 Zoll) 157 Millimeter Breite, (10 Zoll) 262 Millimeter Länge, in den unteren Ecken wurden ausserdem besonders bearbeitete Keilstücke eingesetzt.

Im Allgemeinen wird man bei gewöhnlichen Ziegeln die Stärke der Mauern etwa zu $1^1/_2$ Steine nehmen, seltener 1 oder 2 Steine, weil jene

91) Ottiliä, a. a. O. Bd. 8. S. 10.
92) Nöggerath, a. a. O. S. 160.
93) Ottiliä, a. a. O. S. 5.

Stärke zweckmässig ist, um einen gehörigen Verband zu erhalten, was besonders bei kleinen Krümmungen von Wichtigkeit ist, da bei denselben die Fugen nicht gleichmässig zu erlangen sind.

Zur Ausführung der bezeichneten Streckenmauerungen hat man in allen Fällen zunächst die Sohle von Wassern frei zu machen, wenn solche vorhanden sind; hierzu schlägt man vor und hinter der auszumauernden Stelle der Strecke je einen Damm, von denen man den hinteren etwas höher nimmt, über beide Dämme wird ein Gefluther gelegt, welches die aufgedämmten Wasser abführt; sollte sich zwischen beiden Dämmen noch Wasser ansammeln, so muss dies durch Ausschöpfen beseitigt werden. Demnächst folgt das Einhauen der Schlitze für die Füsse der Scheibenmauern selbst bis zum Ansatzpunkt des Firstengewölbes, zu dessen Herstellung die Lehren aufgerichtet und verschalt werden, um alsdann schliesslich das Gewölbe darüber zu wölben.

Ist ein Sohlengewölbe auszuführen, so geschieht dies vom Schlussstein aus nach beiden Seiten, mag es ein besonderer Bogen oder ein Theil einer umlaufenden Ellipse sein; vorher hat man die Sohle entsprechend zuzuführen oder durch Anbringung von Scheibenmauer auszugleichen. Beim Vorhandensein vieler Wasser taugt für Sohlengewölbe gewöhnlicher Mörtel nicht, der ausgewaschen werden und die Kosten nutzlos erhöhen würde; in solchen Fällen mauert man daher trocken mit Bruchsteinen oder mit keilförmigen Ziegelsteinen oder mit hydraulischem Mörtel und gewöhnlichen Ziegeln.

Die Lehren werden erst aufgestellt, wenn man ein Stück mit den Stossmauern in die Höhe ist. Dieselben werden wegen Anbringung der Verschalung um deren Dicke in ihren Dimensionen geringer genommen, als die Mauer im Lichten weit sein soll. Zu der ganz oder fast ganz umlaufenden Mauerung setzt man die Holzschablonen aus mehren Stücken in der Weise zusammen, dass die Communication in der Strecke möglichst wenig behindert wird; auch verwendet man, um den Streckenraum weniger zu beengen, eiserne Lehren, die für grössere Dimensionen gleichfalls aus zwei oder mehren Theilen bestehen und durch Schrauben verbunden werden. Die Verschalungsbretter nimmt man bis zu (4 Zoll) 105 Millimeter Breite und etwa (1 Zoll) 26 Millimeter Stärke; einige derselben legt man auf den Sohlenbogen, setzt die Lehren darauf, verzieht von Zeit zu Zeit, etwa von Fuss zu Fuss, die Stösse in dem Masse, als die Mauerung aufsteigt und verschalt erst vollständig für Ausführung des Firstengewölbes. Da man hier die Steine nicht von Oben einbringen kann, sondern nur von der vorteren oder hinteren Seite, so erstreckt sich die Verschalung nur von Lehrbogen zu Lehrbogen, welche etwa in ($^3/_8$ bis $^1/_2$ Lachter) 0,785 bis 1,046 Meter Entfernung von einander angebracht sind.

Bei Strecken, welche in losem oder schwimmendem Gebirge aufgefahren sind, gestaltet sich Alles schwieriger, weil man auf die Wegnahme der Zimmerung Rücksicht zu nehmen hat, wobei man häufig auf

das Entfernen der Pfähle verzichten muss. Man sucht die Mauerung so zu führen, dass zunächst die Pfähle an einem Ende unterfangen werden, worauf man im Stande ist, die Kappen und Thürstöcke fortzunehmen. Begonnen wird auch hier mit dem Sohlengewölbe: man spreizt zwei oder mehre Paar Thürstöcke durch Hubspreizen ab, entfernt die Grundschwelle, beginnt das Gewölbe in der Sohle, haut die Thürstöcke unten ab, wenn mit der Mauerung die Seitenpfähle erreicht werden, und stellt demnächst Schablonen auf. Entsprechen dieselben der Form einer beim Abtreiben etwa benutzten eisernen Unterstützung, so kann man, wenn die Verschalung angebracht ist, von dieser aus die Abtreibepfähle stützen, was aber meist nur vorkommen wird, wenn die Mauerung dem Ortsbetriebe unmittelbar nachfolgt.[94]) Uebrigens lassen sich hierbei in vielen Fällen Hilfsthürstöcke und Kappen nicht umgehen, wie man überhaupt immer nur kurze Stücke der Mauerung auf einmal herstellen kann, nach Thürnagel nur ($^3/_4$ bis 1 Lachter) 1,569 bis 2,092 Meter. Derselbe räth auch, vom Ortspunkte nach dem Anfangspunkte zurückzugehen, weil man dann die Köpfe der Pfähle gleich mit unterfängt.[95]) Obwohl man in verschiedenen Fällen die Mauerung der Abtreibezimmerung unmittelbar folgen lässt, so zieht man es doch auch häufig vor, lieber erst die schwimmenden Massen zu durchfahren, weil sie dadurch abtrocknen und nun weniger stark drücken; andererseits kann aber starker Druck gerade Veranlassung sein, sofort die Mauerung anzubringen.

Von anderen Formen der Mauerung, wie die beschriebenen, ist der gothische Bogen (Spitzbogen), welcher in Tyrol vorkommt, schon erwähnt; tritt hierzu ein Sohlengewölbe, so erhält die Mauerung gewissermassen das Ansehen eines sphärischen Dreiecks.

Für Strecken mit nicht seigeren Stössen kommen noch mancherlei Formen vor, wie in Sachsen bei den dortigen schmalen und im Allgemeinen steil fallenden Gängen. Die Construction solcher Mauerungen kann sehr mannigfaltig sein[96]) und richtet sich nach den Dimensionen der offen zu haltenden Strecken, dem Fallen der Lagerstätte und dem daraus resultirenden Drucke. Beim Abbau von Flötzen wird die Nothwendigkeit zur Herstellung solcher Mauerungen seltener sein, weil der Bau schneller vorrückt und die Strecken wieder abgeworfen werden können.

Wo eine Strecke aus einer anderen abgeht, wölbt man für diese in der Mauerung der ursprünglichen Strecke einen Bogen ein, an welchen sich die Mauer für die Strecke anschliesst; wo zwei Strecken sich kreuzen, führt man ein Kreuzgewölbe nach der Art der über Tage vielfach vorkommenden auf.

Wichtig ist es, bei Gesteinen, welche leicht verwittern, die Mauerung sofort auszuführen, wo dann zur Erreichung des Zwecks eine

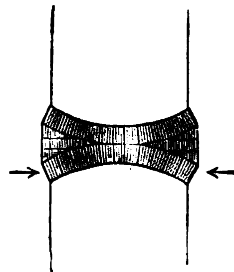
[94]) Ottiliä a. a. O. S. 7.
[95]) Thürnagel a. a. O. in Dr. Karsten Archiv. Bd. 5 u. 11.
[96]) Gätzschmann: Anleitung zur Grubenmauerung. Schneeberg 1831. S. 96.

geringe Stärke der Mauer genügt; dieser Gesichtspunkt ist sehr häufig bei Füllörtern massgebend und sollte auch bei der Durchörterung von Verwerfungen beachtet werden. Zu gleichem Zweck hat man versucht, verwitterndes Gestein gleich nach einer Durchfahrung durch Berappen mit hydraulischem Mörtel zu schützen, so auf der Steinkohlengrube Zollverein bei Essen,[97]) auf dem Salzberge zu Hallstadt im Salzkammergute;[98]) die Versuche sind, wenigstens an diesen Stellen, misslungen, weil das Aufblähen des Thons nach kurzer Zeit eintrat und der Putz abblätterte.

Anderweitig hat man zur Sicherung der Sohlen in blähendem Thon, namentlich auf Braunkohlengruben, dieselben mit Steinschlag versehen (macadamisirt); die grössten Stücke hatten Faustgrösse und wurden mit den übrigen kleineren so weit eingerammt, dass sich eine Steinschicht von einigen Zoll Stärke bildete, deren nach Unten gewölbter Bogen sein Widerlager gegen die Streckenstösse fand. Wo sich das Verfahren gut bewährt hat, wie auf den Braunkohlengruben cons. Beust und Richard bei Grünberg, Hoffnung bei Eisleben[99]) kann nur der Abschluss der Luft von gutem Erfolg gewesen sein, indem dadurch das Aufblähen des Thons vermieden wurde, während zum Widerstande gegen den Druck dieser Steinschlag nicht geeignet ist. So hat derselbe auch auf Braunkohlengruben in der Nähe von Halberstadt keinen günstigen Erfolg gehabt.

Im Hauptschlüsselerbstolln in Oberschlesien hat man in einem Theile, wo er schwimmendes Gebirge durchfahren hat, die Sohle mit 0,785 bis 0,942 Meter langen, vollkantigen zugespitzten Holzkeilen, welche mit Hilfe eines Rambärs dicht neben einander eingetrieben wurden, unter gleichzeitiger Verstopfung aller Zwischenräume mit Stroh und Werg, ausgetäfelt und darauf die elliptische Mauerung des Stollns gesetzt.[100])

Fig. 261.



Spanngewölbe, welche nach Art der Stempel wirken, kommen selten und kaum anders als auf Gängen, wie in Sachsen, vor; sie setzen ein mehr seigeres Fallen voraus und erhalten dann nicht mehr als höchstens 80 Millimeter Spannung auf den Meter; bei starkem Seitendruck belastet man sie von Oben durch Bergeversatz, am besten aber ohne Zweifel durch ein Gegengewölbe, Fig. 261, wobei der Raum zwischen beiden mit Bergen auszufüllen ist.

Zu erwähnen ist hier noch das Mauern von Wasserseigen, Röschen u. dgl. m., welches in der Regel in trockener

---

97) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 8. A. S. 181.

98) Huyssen, ebenda Bd. 2. B. S. 29.

99) Ebenda Bd. 2. A. S. 359. u. Bd. 8. A. S. 182.

100) Hauchecorne: Versuche und Verbesserungen beim Bergwerksbetrieb in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 17. B. S. 63.

Mauerung und nur bei durchlassender Sohle und Hauptwasserabführungsstrecken in hydraulischem Mörtel geschieht; um die Wasserseige rein zu erhalten, wird sie mit Steinplatten abgedeckt oder mit einem gewöhnlichen Gewölbe überspannt.

### IV. Gewöhnliche Ausmauerung von Schächten.

Unmittelbar unter der Tagesoberfläche, wo in der Regel loses Gebirge sich findet und die Tagewasser zum Schachte leicht Eingang finden, sollte man Schächte von einiger Bedeutung stets ausmauern, und zwar entweder wasserdicht mit entsprechendem Mörtel oder mittelst Hinterfüllung von Lehm. Ausserdem findet auch für grössere Tiefen zur Abhaltung von Druck unter ähnlichen Verhältnissen wie bei Strecken Mauerung statt. Man hat die Ausmauerung seigerer und tonnlägiger Schächte zu unterscheiden.

#### *a.* Seigere Schächte.

Die Ausführung der Mauerung in seigeren Schächten erfolgt in doppelter Weise: entweder teuft man den Schacht bis zur Erreichung des festen Gebirges ab und mauert ihn alsdann, also vom tiefsten Punkt, aufsteigend nach Oben, aus, oder er wird während des Abteufens in einzelnen Absätzen ausgemauert; im ersten Falle muss also das gebräche Gebirge durchsunken sein, im anderen ist es mehr die Absicht, das Entstehen des Drucks überhaupt zu verhindern und an Zimmerung zu sparen.

##### 1. Aufsteigende Ausmauerung.

Bei rechteckigen und quadratischen Schächten werden in der Regel alle vier Stösse zu verwahren sein, nur seiger fallende Gänge könnten hiervon eine Ausnahme machen. In den seltensten Fällen werden vier geradstirnige Scheibenmauern genügen, was wohl nur bei der Ausmauerung von Rollen vorkommt.

Gewöhnlich werden die Schächte mit vier gegen einander gestellten krummstirnigen Scheibenmauern ausgebaut, welche dadurch gewölbeartig werden; die äussere rechteckige Form ist dabei nicht unbedingt nothwendig, obschon bei stärkerem Druck zweckmässig, weil dadurch eine Verstärkung der Mauer, namentlich in den Ecken, eintritt. Macht man die Mauer äusserlich rechteckig, so muss man von vorn herein in entsprechend grösseren Dimensionen abteufen und sich mit der verlorenen Zimmerung danach einrichten; Fig. 262; wählt man auch für die äussere Begränzung der Mauer die Bogenform, so hat man als Dimensionen des Abteufens nur das durch Ecken der äusseren Bogen gebildete Rechteck zu beachten, während die Krümmung für den Bogen später zugeführt wird. Fig. 263. Auf den Gruben bei Saarbrücken[101]) stellt man die bogen-

[101]) Nöggerath, a. a. O. Bd. 3. B. S. 161.

förmigen Mauern aus Bruchsteinen in einer Stärke von (18 bis 20 und 24 Zoll) 471 bis 523 und 628 Millimeter mit einer Spannung von (1 bis $1\frac{1}{2}$ Zoll) 80 bis 125 Millimeter auf den (Fuss) Meter her; Gätzschmann

Fig. 262.



Fig. 263.



giebt die Spannung zu ($\frac{7}{8}$ bis $\frac{3}{4}$ Zoll auf den Fuss) 30 bis 60 Millimeter auf den Meter an. Bei Anwendung von Ziegeln wird man selbst in sehr weiten Schächten mit $1\frac{1}{2}$ Steinen Stärke ausreichen und selten zwei Steine brauchen, für kleinere Dimensionen genügt ein Stein.

Für runden und ovalen Querschnitt ergiebt sich die Mauerform von selbst; zur runden Form wird man im vorliegenden Fall durch die Grösse des Drucks selten gezwungen sein, obwohl sich der kreisrunde Grundriss der Schächte, wie in anderen Beziehungen, so auch in Bezug auf die Mauerung sehr empfiehlt.

Bei jeder Form der Schachtmauer muss für ein sicheres Fundament gesorgt werden. Dies geschieht, entweder indem man die Mauer auf festes Gestein aufsetzt, welches nach Befinden durch anzubringende starke Zimmerung in ganzem Schrot noch mehr gesichert wird, und wobei man häufig dem Mauerfuss grössere Stärke, als der übrigen Mauer, zutheilt, häufig in solchen Formen wie bei der später zu erwähnenden wasserdichten Mauerung; oder man bildet das Fundament durch Tragebogen, beziehungsweise Gewölbe. Bei rechteckigem Querschnitt spannt man kurze Tragebogen zwischen die langen Stösse und setzt darauf die Tragebogen für die langen Stösse, obwohl man diese auch selbstständig gegen das Gestein widerlagern lässt; die Spannung der Tragebogen wird etwa (2 bis $2\frac{1}{2}$ Zoll auf den Fuss) 160 bis 200 Millimeter auf den Meter genommen, die Stärke ist abhängig von der zu tragenden Last, bei Anwendung von vier Bogen erhalten sie selbstredend krumme Stirn. Wenn man auch Schachtscheider mauert, so setzt man sie gleichfalls auf Tragebogen, welche bei der gewöhnlichen rechteckigen Eintheilung entweder auf den langen Fundamentbogen oder im Gestein widerlagern; gemauerte Scheider sind indess an sich, wenn nicht ganz besondere Umstände, z. B. die Nothwendigkeit, ein Trum als Wetterofen abzukleiden, vorliegen, unzweckmässig, weil sie wegen ihrer Dicke zu viel Raum einnehmen, und weil sie den Vibrationen bei starker Förderung schlecht widerstehen, da sie nur geradstirnig aufgemauert werden können; wendet man sie an, so muss man auf Fahrlöcher Bedacht nehmen.

Runde und eben so ovale Schachtmauern fundamentiren sich schlecht auf Tragebogen; man bringt dann wohl acht solcher Bogen, wie auf der Steinkohlengrube Westfalia bei Dortmund, an, von denen vier ähnlich wie bei rechteckigem Querschnitt gestellt und mit angemessenen krummen Stirnen versehen werden, während man vier andere, kleinere auf diese stellt. Man kann die Mauern auch auf ein Kuppelgewölbe setzen, muss dann aber sicher sein, dass der Schacht nicht weiter niedergebracht werden soll und Strecken nur oberhalb der Kuppel aus dem Schachte abgehen; in diesem, wie in allen anderen Fällen werden für die Strecken Oeffnungen in die Schachtmauer eingewölbt.

Findet man im schwimmenden Gebirge gar keine feste Sohle, so kann man für runden oder ovalen Querschnitt ein umgekehrtes Kuppelgewölbe legen, hat dann aber dieselben Bedingungen, wie die eben erwähnten, zu erfüllen.

Im Königreich Sachsen legt man bei rechteckigem Querschnitt (8 bis 10 Lachter) 16 bis 21 Meter über den unteren Tragebogen nochmals Tragebogen innerhalb der vier Mauern, wie der etwaigen Scheider, welches Verfahren für das Entlasten der unteren Tragebogen zu empfehlen ist, bei wasserdichter Mauerung, die sich durchaus gleichmässig setzen soll, verwerflich sein würde. Früher legte man alle (4 bis 5 Lachter) 8 bis 10 Meter flache Tragebogen und ausserdem von (6 zu 6 Fuss) 1,569 zu 1,569 Meter s. g. Spannschichten ein, wozu indess ein Bedürfniss nicht vorliegt.

Mit Rücksicht auf die anzubringenden, hölzernen Schachtscheider, sowie auf sonstige Zwecke, wie Pumpeneinbau, Befestigung von Fahrten, muss bei dem Ausmauern stets auf das Anbringen von Zimmerung Bedacht genommen werden, wobei es Grundsatz sein sollte, nur die durchaus erforderliche Zimmerung zu legen, welche sich stets auf Einstriche wird reduciren lassen; trotzdem findet man, zumal bei vier bogenförmigen Mauern, häufig dieselbe Zimmerung, wie im nicht ausgemauerten Theile, was zu missbilligen ist, weil eben die Mauerung, so weit es möglich, die Zimmerung ersetzen soll.

Die Zimmerung kann in die Mauer eingelegt werden, wobei für die Möglichkeit der Auswechselung zu sorgen ist, oder sie ruht auf Vorsprüngen, wozu bei Bruchsteinmauer vorspringende Steine, bei Ziegelsteinmauer entweder besonders eingelegte Bruchsteine oder Consolen dienen, welche durch allmäliges Vorkragen einzelner Steinlagen gebildet werden.

Für die Ausführung hat man Schablonen zur richtigen Innehaltung der Bogenformen und Lothe für die senkrechte Stellung der Mauer anzuwenden; die Schablonen bilden zugleich Arbeitsbühnen, sie werden auf die Zimmerung verlagert und mit dem Aufsteigen der Mauer immer neu verlegt.

Mit der Aufführung der Mauer ist auch die verlorene Zimmerung zu beseitigen und wieder zu gewinnen, wobei man durch sorgfältige Unterfangung des oberen Theils der Zimmerung den Schacht sicher zu stellen hat.

### 2. Absatzweise Ausmauerung.

Die absatzweise Ausmauerung wird in England bei runden, in Belgien bei runden und elliptischen Schächten, auch bisweilen in Deutschland z. B. in Westfalen angewendet; in Belgien geschieht es unterhalb der Cuvelage im thonigen Gebirge, in England ganz allgemein zur Ersparung der Zimmerung und zur Sicherung des Gebirges vor Verwitterung. Selten geht man ein Stück mit provisorischer Zimmerung in dem Schacht nieder und mauert dasselbe dann von Unten auf aus, häufiger — und das ist das eigentlich Bezeichnende dieser Methode — teuft man so weit ab, wie das Gebirge frei zu stehen im Stande ist, und mauert dann aus. Es handelt sich darum, den einzelnen Stücken der Mauer, welche in Belgien, wie in England aus Ziegeln oder in England häufiger aus Bruchsteinen besteht, in beiden Ländern aber nass ausgeführt wird, einen festen Fuss zu geben; dies geschieht:

1. im District du Centre[102]) bei elliptischer Mauerung durch ein rechteckiges, hölzernes Geviere, dessen lange Hölzer eingebühnt werden, indem man durch aufgelegte Bohlenstücke den elliptischen Querschnitt in dem Geviere herstellt; dieses Tragejoch, welches von Zeit zu Zeit wiederholt wird, entspricht den Tragestempeln bei der Bolzenschrotzimmerung.

2. Im Couchant de Mons[103]) wendet man bei nicht sehr festem Gebirge ähnliche Tragejöcher an, welche aber bei rundem Querschnitt des Schachtes eine polygonale Form erhalten. Im Allgemeinen haben die Tragejöcher den Uebelstand, dass sie ein gleichmässiges Setzen der Mauer verbindern. Deshalb vermeidet man sie

3. im Couchant de Mons bei festerem Gebirge, im Departement du Nord in Frankreich, sowie in England für runden Querschnitt durch eingelegte Holzkränze, welche, wie die bei der Zimmerung erwähnten cribs, radfelgenartig zusammengesetzt werden; in Belgien setzt man die einzelnen Stücke der Kränze mit kurzen Zapfen zusammen, zu Anzin stösst man sie stumpf an einander, verkeilt aber nach der Verlegung an Ort und Stelle stark gegen das Gebirge, ähnlich ist das Verfahren in England. Unter dem Tragekranz lässt man eine Gesteinbrust stehen, welche beim weiteren Abteufen allmälig unterhauen und beim Heraufkommen des neuen Mauerabsatzes weggenommen wird, so dass dieser unmittelbar an den Tragekranz angeschlossen werden kann, wobei man zuerst die beiden Enden jedes Segments unterfängt und demnächst den übrigen Theil ausmauert. Bei gebrächem Gebirge hängt man in England die Tragekränze wohl an Anker auf, welche in starken Balken in der Nähe der Schachthängebank ihre Stütze finden; oder man schlägt, wie es auf der Steinkohlengrube ver. Maria Anna und Steinbank bei Bochum geschehen ist, unmittelbar

---

[102]) Ponson: Traité de l'exploitation des mines de houille tome I. pag. 372.
[103]) Ponson a. a. O. pag. 374.

unter den Kranz horizontale Bohrlöcher in die Schachtstösse, steckt in diese Eisenstangen, auf denen die Kranzsegmente ruhen, und schlingt um die Eisenstangen Ketten, welche bis zu Tage geführt und befestigt werden.

Die Holzkränze dienen gleichzeitig zum Befestigen der für die Schachtscheider erforderlichen Zimmerung, zu welchem Zweck man in England auch in die Mauer an entsprechenden Stellen hölzerne Klötze einmauert.

Die Stärke der Mauer ist, dem Zwecke entsprechend, meist nur gering und übersteigt nur in gebrächem Gebirge 1 Ziegel; in Belgien hat man bei Charleroi keilförmige Steine von 0,240 Meter Stärke benutzt.

Zur Ansammlung von Wasser legt man in Belgien Wasserkränze (gargouilles) in die Mauer ein; es sind dies hölzerne, ausgekehlte Kränze, über welchen man die Steine etwas zurückspringen lässt, wenn man ihnen nicht vorspringende Rinnen aus Gusseisen geben will. Ganz ähnlich verfährt man in solchem Falle auf den englischen Gruben.[104])

Das Verfahren empfiehlt sich bei runden Schächten, wenn man die Absätze der Natur des Gebirges anpasst und sie nicht höher nimmt, als unter gewöhnlichen Verhältnissen Tragestempel für Bolzenschrot angebracht werden, vollkommen, indem die provisorische Zimmerung ganz erspart und das Gebirge vor Verwitterung geschützt wird.

Auch bei rechteckigem Querschnitt wird das Verfahren anzuwenden sein, wenn man statt der Tragekränze Tragebogen anbringt, deren Kosten aber nur dann anzulegen sind, wenn man die Absätze hoch macht, wodurch dann doch wieder provisorische Zimmerung nothwendig wird; man wird diesen Weg wählen müssen, wenn man nicht abwarten kann, bis festes Gebirge erreicht ist, wie es z. B. auf der Scharley-Grube in Oberschlesien[105]) geschehen ist.

Auf der Galmeigrube Neue Helene bei Scharley ist der Scherbeningschacht absatzweise ausgemauert worden. Der obere Theil des Schachtes, welcher im Letten steht, ist mit achteckiger Schrotzimmerung ausgebaut, während im festen Dolomit nur gebräche Stellen mit verlorenen Jöchern und Schwartenpfählen geschützt sind. In solcher Weise ging man bis zur Tiefe von (16 Lachter) 33 Meter nieder, wo ein gusseiserner Kranz, welcher einen äusseren Durchmesser von 6,277 Meter, einen lichten von 5,649 Meter hat, aus Segmenten mit Laschenverbindung zusammengesetzt ist, horizontal verlagert wurde. Auf diesen Kranz führte man die Mauerung bis zu Tage aus, was mit Hilfe einer fliegenden Bühne geschah. Nach Vollendung dieses Mauerstücks teufte man in früherer Weise bis zur Tiefe von (24 Lachter) 50 Meter weiter ab, wobei man unter dem eisernen Kranz eine Brust zu dessen Unterstützung anstehen liess, indem man erst allmälig beim Aufrücken des zweiten Mauerabsatzes den Schacht auf die lichte Weite von 6,591 Meter zuführte. In der Tiefe von 50 Meter wurde ein

---

[104]) Serlo, v. Rohr, Engelhardt a. a. O. Bd. 10. B. S. 22.
[105]) L. Mauve in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 12. B. S. 27.

neuer gusseiserner Kranz eingebaut und auf demselben die Mauer bis zu 33 Meter Tiefe in die Höhe geführt. Der obere Mauertheil hatte inzwischen so viel Festigkeit erlangt, dass der eiserne Kranz hier entfernt und die untere Mauer an die obere dicht angeschlossen werden konnte. In derselben Weise ist man dann weiter bis zur Tiefe von (40 Lachter) 84 Meter vorgegangen.

### *b.* Tonnlägige Schächte.

Die Art der Ausmauerung tonnlägiger Schächte ist nach dem Fallwinkel verschieden; ist derselbe über 80 Grad, so kann man sich der Methode für seigere rechteckige Schächte bedienen. In anderen Fällen kommt es darauf an, ob nur die kurzen Stösse, oder ausserdem auch das Hangende oder Liegende oder Beide zu verwahren sind.

Die kurzen Stösse erhalten, wenn sie allein geschützt werden sollen, stets geradstirnige Scheibenmauern, die man auf Tragebogen setzt; die Steine legt man entweder parallel dem Liegenden oder selten senkrecht darauf oder söhlig, doch muss man im letzten Falle terassenförmig einschneiden, um guten Fuss zu haben.

Wenn beide kurze Stösse und das Hangende zu verwahren sind, so erhalten die ersteren gleichfalls geradstirnige Scheibenmauern, das letztere versieht man bei nicht zu starkem Druck und einer Neigung von nicht unter 45 bis 60 Grad mit einer krummstirnigen Scheibenmauer, welcher man ($1\frac{1}{2}$ bis 2 Zoll Spannung auf den Fuss) 125 bis 160 Millimeter auf den Meter gibt; bei stärkerem Druck und schwächerem Fallen wendet man für das Hangende ein liegendes Gewölbe (Kellerhalsgewölbe) an. In den kurzen Stössen bringt man etwas aufgerichtete Tragebogen von ($1\frac{1}{2}$ bis 2 Zoll) 125 bis 160 Millimeter Spannung an und legt darauf einen doppelt gekrümmten Tragebogen für das Hangende, der indess immer weniger nothwendig wird, je schwächer das Fallen ist. Bei kleinen Dimensionen überspannt das Kellerhalsgewölbe die ganze Länge, bei grösseren Dimensionen wird es zweckmässig getheilt, wodurch zugleich gemauerte Schachtscheider entstehen; diese findet man auch wohl, wenn man die ganze Länge überspannt, wozu man bisweilen dann auch dem Gewölbe die Form einer halben Ellipse giebt.

Das Liegende drückt selten; wenn es trotzdem abgemauert werden soll, so wählt man dazu eine krummstirnige Scheibenmauer mit abwechselnden Spannschichten, welche unten auf Tragebogen ruht, oder einen umgekehrten Kellerhals.

## C. Wasserdichter Ausbau.[106])

Der wasserdichte Ausbau ist nach zwei Beziehungen zu unterscheiden: entweder sollen dadurch — und dies ist hier der zunächst zu erörternde Fall

[106]) Lévy, Du fonçage des puits de mines à travers les terrains aquifères in Bulletin de la société de l'industrie minérale. Paris. t. 14 p. 231. 401. 607.

— die Wasser in die Stösse zurückgedrängt werden, was kaum anders als bei seigeren Schächten vorkommt, oder die Wasser sollen durch Versperrung des Querschnitts der Baue abgesperrt werden, was durch die in besonderem Abschnitt zu verhandelnden Verdämmungen geschieht.

Den wasserdichten Ausbau in Schächten pflegt man wohl als Cuvelage, Cuvelirung zu bezeichnen, besonders bei Anwendung von Holz und Eisen, weniger bei Ausmauerung; er kommt vor in wasserreichem Gebirge überhaupt, sowie beim Absperren höher gelegener alter Baue.

### I. Cuvelage in Holz.

Der wasserdichte Ausbau von Schächten findet sich am Ausgedehntesten entwickelt in Belgien im Couchant de Mons und im nördlichen Frankreich beim Durchteufen wasserreicher Kreideschichten; von dort ist er auch nach anderen Gegenden übertragen, z. B. nach dem Moseldepartement Frankreichs, nach dem Mansfeldischen, auch im Steinsalzschacht zu Artern angewendet. In Belgien ist die Methode noch dadurch ausgezeichnet, dass, wie es übrigens auch in Artern geschehen ist, bei der ansehnlichen Höhe des jüngeren Gebirges die Ausführung absatzweise eintritt, was an sich allerdings nicht wesentlich ist, sondern durch die speciellen Verhältnisse begründet wird. Die Höhe der Abtheilungen ist bedingt theils durch die vorhandenen Wasserhaltungskräfte, theils durch das Vorkommen ganz oder mässig wassertragender Schichten, theils durch das Auftreten von Quellen in dem durchteuften Gebirge; so macht man im nördlichen Frankreich die Abtheilungen 5 bis 6 Meter hoch, in Belgien bedeutender, wo dann häufig provisorische Zimmerung zur Sicherung des Abteufens erforderlich wird.

Bis zum Jahre 1820 gab man zu Mons und Anzin den Schächten quadratischen, seitdem regelmässig polygonalen Querschnitt; je nach dem Durchmesser des Schachtes schwankte die Zahl der Seiten zwischen 6, 8, 10, 12, 15 und 20, am häufigsten beträgt sie wohl 10; der eingeschriebene Kreis hat 2,9 bis 3 Meter Durchmesser, im Moseldepartement bei Carling 4 bis 4,2 Meter.

Die Zimmerung ist ganze Schrotzimmerung und besteht aus Kränzen zweierlei Art: verkeilte Kränze (trousses picotées, sièges) am Fusse jeder Abtheilung, welche wasserdicht an das Gestein schliessen, und Cuvelagekränze (Aufsatzkränze) heissen; hierzu treten auch wohl noch Tragekränze (plates trousses in Belgien, trousses colletées in Frankreich), welche nur fest gegen das Gebirge verkeilt sind und die trousses picotées tragen sollen; bei grossen Druckhöhen liegen oft mehre Keilkränze unmittelbar oder getrennt durch Tragekränze über einander.

Meistentheils wählt man für diese Zimmerung Eichenholz; in der Gegend von Lüttich, wo man nicht jüngeres Gebirge, aber alte Baue in

solcher Weise durchteuft hat, benutzte man Buchenholz, dem man dort hinsichtlich der Haltbarkeit, wohl mit Unrecht, den Vorzug giebt.

Die Theile der Picotagekränze haben immer rechteckigen Querschnitt und sind breiter, als hoch, damit sie sicher aufliegen und nicht umkanten; ihre Stärke nimmt ebenso, wie die der Cuvelagekränze mit der Tiefe, wie mit dem Durchmesser zu, im nördlichen Frankreich haben

| | bei einer Tiefe von | Stärke |
|---|---|---|
| die Picotagekränze | 0 bis 30 Meter | 220 Millimeter |
| | 30 „ 45 „ | 240 „ |
| | 45 „ 69 „ | 260 „ |
| die Cuvelagekränze | 0 „ 15 „ | 110 „ |
| | 15 „ 30 „ | 120 „ |
| | 30 „ 40 „ | 130 „ |
| | 40 „ 50 „ | 140 „ |
| | 50 „ 55 „ | 150 „ |
| | 55 „ 60 „ | 160 „ |

Die Picotagekränze nehmen also bei einer grösseren Tiefe bis 15 Meter um 20 Millimeter, die Cuvelagekränze bei einer grösseren Tiefe bis 5 Meter um 10 Millimeter zu. Nach dem Wasserdruck berechnet sind hier die oberen Stücke verhältnissmässig stärker, als die unteren, was im Zusammenhange mit den oben vorhandenen gebrächeren Schichten und der Nothwendigkeit, Pumpen einzuhängen, steht. In Belgien nimmt man stärkere Dimensionen, indem man den Cuvelagekränzen bis zur Tiefe von 19,5 Meter, eine Stärke von 180 Millimeter giebt und sie bei um 24,8 Meter grösseren Tiefen um 50 Millimeter verstärkt; die Picotagekränze sind bis 39 Meter Tiefe 440 Millimeter breit, 260 Millimeter hoch, von da bis 115 Meter Tiefe 580 Millimeter breit, 260 Millimeter hoch.

Die Ausführung der Arbeit[107]) zerfällt in mehre Abtheilungen:

1. Das Legen des Picotagekranzes geschieht, nachdem die Gesteinsohle sorgfältig mit Schlägel und Eisen geebnet ist, oder auf einen besonderen Tragekranz; die einzelnen Stücke des Kranzes greifen mit kleinen Zapfen in einander. Der Kranz wird genau nach Loth und Wage in der Weise verlagert, dass zwischen seiner äusseren Fläche und dem Schachtstoss ein Zwischenraum von 80 bis 100 Millimeter frei bleibt. In diesen Raum setzt man Bohlen aus Tannen-, Pappel-, überhaupt aus weichem Holz (lambourdes) von der Höhe der Kränze und 30 Millimeter Dicke, welche man durch Keile gegen das Gebirge festhält; der Raum zwischen den lambourdes und dem Gestein wird unter Beseitigung der Keile mit weichem und von allen festen Bestandtheilen gereinigtem Moos dicht und fest ausgestampft.

2. Demnächst setzt man zwischen die lambourdes und den Picotage-

---

[107]) Ponson a. a. O. t. I. pag. 385.

kranz Plattkeile aus getrocknetem Weidenholz ein, welche unten dicker, als oben sind, wodurch sich die Moosschicht zusammendrückt und ein Raum zwischen dem Kranz und den Keilen frei wird; in diesen werden ähnliche Keile mit dem dickeren Ende nach Oben eingetrieben. Ist diese Arbeit vollendet, so wird die Oberfläche durch Beseitigung der Keilköpfe abgeglichen.

3. Das eigentliche Picotiren geschieht durch mehre Sorten, gewöhnlich drei, Spitzkeile (picots) von verschiedener Länge und Stärke, wodurch die Keile so ausgedehnt werden, dass sich die Moosschicht zu fast unmerklicher Dicke zusammendrückt; die beiden ersten Keile sind aus Weiden- oder anderem weichen Holz, die dritte Sorte aus Eichenholz. Die Oeffnungen für die Keile werden mit einem Spitzhammer (agrafe à picoter oder picoteur) vorgeschlagen.

4. Der Picotagekranz wird, wenn er sich geworfen hat, abgehobelt und gehörig abgeglichen, wie man überhaupt durch Loth und Wage die richtige Lage fortwährend controliren muss.

5. Demnächst folgt das Einbringen der Aufsatzjöcher. Dieselben sind vorher über Tage genau bearbeitet, behobelt, zusammengesetzt und numerirt, um sie bei der Verlagerung sogleich an die richtige Stelle zu bringen; dabei macht man die Stücke eines Kranzes nicht gleich hoch, damit die Horizontalfugen nicht im Schachte umlaufen. Die Stücke stossen in den Polygonecken stumpf an einander; die Verbindung der Stücke zweier über einander liegender Kränze erfolgt durch ein oder zwei Dübbel, welche entweder auf der oberen Seite, wie zu Anzin, oder auf der unteren Seite der Kranzstücke, wie zu Mons, angebracht sind. Nach dem Versetzen der Kränze wird der Zwischenraum zwischen ihrer äusseren Seite und dem Schachtstoss mit Beton ausgefüllt, welcher aus gleichen Theilen zerfallenen Kalk oder Rückständen vom Kalkbrennen und Kohlenzindern oder Ziegelmehl besteht, auch nimmt man wohl gleiche Theile aller drei Substanzen, wie zu Anzin, die Masse wird über Tage kurz vor dem Gebrauch eingemengt, gehörig durchgeschlagen und angefeuchtet; man bleibt mit dem Ausgiessen etwa 0,5 Meter gegen die Aufsatzjöcher zurück, damit nichts in den Schacht überfliesst.

6. Wenn der Ausbau einer tieferen Etage erfolgt, so nimmt man beim Annähern derselben an die obere die dieselbe unterstützende Gesteinbrust allmälig fort und arbeitet das letzte schliessende Joch genau nach dem Maass, damit kein Zwischenraum zwischen beiden Etagen entsteht, den man ausserdem noch durch horizontale Picotirung verdichtet; um das letzte Stück des obersten Joches, den Schlüssel, einsetzen zu können, giebt man demselben zwei angeschraubte eiserne Handgriffe.

7. Nach der vollständigen Einbringung aller Jöcher erfolgt das Kalfatern der Fugen mit getheerten Hanffäden, alten Seilen u. dgl. m.; man führt dies meist von Oben nach Unten aus, sind aber die Fugen ungleich weit, so beginnt man mit den engsten; oft wiederholt man das Kalfatern

nochmals von Unten nach Oben und überall da, wo Wasser noch hervordringt; wird die Kalfaterung herausgedrängt, so nagelt man dünne Latten über die Fuge.

Im nördlichen Frankreich verbindet man oft die Picotagejöcher der verschiedenen Etagen durch Anker so lange, bis man festere Schichten erreicht, wo man dann wohl mehre Picotagekränze über einander legt, worauf man dann die Anker beseitigt; überhaupt muss die unterste Etage stets auf besonders guten Fuss gesetzt werden, so dass man dort einen Picotagekranz auf zwei Tragekränze setzt, darüber noch einen Tragekranz und einen Picotagekranz anbringt. Aehnlich erfolgte die Ausführung der Cuvelage auf den Gruben im Rive de Gier im mittleren Frankreich.[108])

Im nördlichen Frankreich zu Vicoigne hat man die Cuvelirung durch eine Eisenarmatur verstärkt, indem man für jedes Joch einen schmiedeeisernen Beifen anbrachte. Auf dem Maxschacht zu Carling im Moseldepartement hat man die in Folge starken Wasserdrucks gebrochenen Jöcher durch gusseiserne Segmente, welche sich äusserlich an die Polygonseiten der Zimmerung anschlossen, innerlich kreisrund waren, armirt.[109]) Auf den Gruben bei Mons hat man früher durch horizontale und vertikale Durchbohrung der Keilkränze die einzelnen Cuvelagestücke mit einander verbunden, um eine Circulation der Wasser und Entweichen der Luft zu ermöglichen (renvoi des niveaux), was indess jetzt kaum noch üblich, auch nicht nöthig ist. Zwischen den vertikalen Durchbohrungen wird durch die ganze Höhe der Etage eine quadratische Lutte oder eine Röhre nachgeführt und mit Hähnen oder Ventilen versehen, um bei etwaigen Auswechselungen die Abtheilungen von einander zu isoliren.

Zur Anbringung der Schachtscheider innerhalb der Cuvelirung werden im nördlichen Frankreich Träger an die Jöcher geschraubt und auf diese Einstriche gelegt, welche alsdann mit Brettern bekleidet werden, dieselben lässt man, wenn Wasserdichtigkeit verlangt wird, über einander greifen und benagelt alle Fugen mit dünnen Latten, kalfatert ausserdem überall, wo Luft durchdringt. Bei Mons schraubt man von 6 zu 6 Meter die Einstriche direct an die Jöcher und nagelt die Bretter daran.

Als Abteufungspumpen benutzt man zunächst auf der Hängebank aufgehängte Saugsätze. Wenn hierfür die Höhe zu gross wird, so theilt man dieselbe und verlagert die oberen Sätze, indem man einzelne Cuvelagejöcher verkeilt, auf diese Querlager ruhen lässt und diese auch wohl von einem tieferen, ebenfalls auf verkeiltem Kranz ruhenden Lager aus durch Streben unterstützt, die oberen verkeilten Jöcher werden durch dagegen gelegte vertikale Hölzer noch mehr in Verbindung gebracht.

---

[108]) Bulletin de la société de l'industrie minérale. Paris t. 15. p. 293.

[109]) Der Bau auf Steinkohlenflötzen im franz. Moseldep. in Hartmann's Allgemeine Berg- u. Hütten-Zeitung. Quedlinburg 1863. S. 102; siehe auch Anm. 106.

Bei der in der Gegend von Lüttich[110]) angewendeten Cuvelage, wo das Steinkohlengebirge mit wenigen Ausnahmen fast zu Tage ausgeht, ist der Zweck, die Wasser oberer alter Baue durch partielle Cuvelirung abzuschneiden, die sich daher oben dicht an das Gestein über dem alten Bau anschliessen müssen. Die Schächte haben hier rechteckigen Querschnitt. Die Jochhölzer, hier ausschliesslich aus Buchenholz, sind in den Ecken gegenseitig eingefalzt, und ihre Kanten werden vorn abgerundet, so dass sich daselbst eine spitzwinkelige Fuge von 26 Millimeter Tiefe bildet; zwischen je zwei Umgängen wird eine Moosschicht eingelegt. Sobald man mit dieser Verkleidung das obere Gestein erreicht hat, wird der letzte Rahmen durch horizontale Bohlen (lambourdes) ersetzt, der Raum zwischen diesen und dem Gestein dicht mit Moos ausgefüllt, worauf eine horizontale Verkeilung mit Keilen aus Weiden- oder Buchenholz (Picotirung) erfolgt, wie sie vorher vertikal beschrieben ist. Demnächst erfolgt die Verdichtung aller horizontalen und vertikalen Fugen durch eingetriebenes Moos, dessen Herausdrängen dadurch verhindert wird, dass man die Fugen mit Blechen bedeckt, welche mit Ohren versehen sind, die rechtwinklig umgebogen und in die Hölzer über und unter der Fuge eingeschlagen werden.

Auf der Steinkohlengrube Guley bei Aachen[111]) hat man einen rechteckigen Schacht mit Cuvelagezimmerung verdichtet, welche gegen die beschriebene nur insofern abweicht, als die horizontalen Fugen zwischen den einzelnen Jöchern einer besonderen Verdichtung unterworfen wurden. Die Jöcher stossen in den Ecken stumpf zusammen. Die Horizontalfugen wurden mit in einander greifenden trocknen Buchenkeilen picotirt, doch gelang der Wasserabschluss nicht vollständig, weil schon vorher ein Schachtscheider eingebaut war und an den Stellen, wo die Einstriche die Fugen bedeckten, eine Verdichtung in der angedeuteten Weise nicht eintreten konnte; um diese zu erreichen, bohrte man zu beiden Seiten des Einstriches schräge Löcher, welche hinten innerhalb der Fuge zusammenkommen und welche man mit Pflöcken aus Weidenholz, umwickelt mit Moos, verstopfte, wodurch der Abschluss vollkommen erreicht wurde.

Auf mehreren Schächten in der Nähe von Eisleben wurde eine theilweise Verdichtung, die nicht bis zu Tage reichte, ausgeführt;[112]) so auf dem Erdmannschacht ($58^2/_3$ Fuss) 18,413 Meter, auf dem Wassermannschacht (34 Fuss) 10,671 Meter, auf dem Dampfmaschinenschacht (22 Fuss) 6,905 Meter hoch. Der Dampfmaschinenschacht ist im Lichten (12 Fuss) 3,766 Meter lang, (6 Fuss) 1,883 Meter breit und wurde auf ($16^1/_2$) 5,179 und beziehungsweise (10 Fuss) 3,139 Meter an der Stelle,

---

[110]) Ponson, a. a. O. t. I. pag. 411.

[111]) v. Dechen, Bemerkungen über wasserdichten Schachtausbau in Karten's u. v. Dechen's Archiv. 1840. Bd. 14. S. 40. — Ponson, t. I. pag. 409.

[112]) Bolze, Beschreibung der im Schafbreiter Revier bei Eisleben ausgeführten wasserdichten Zimmerungen und Verdämmungen. Ebenda S. 3 — Ponson t. I. pag. 413.

wo er wasserdicht verkleidet ist, zugeführt. Das Hauptgeviere besteht aus (12 Zoll) 314 Millimeter vollkantigem, abgehobeltem Eichenholz, in den Ecken sind die Hölzer verblattet und ausserdem greifen die kurzen Hölzer noch mit (2 Zoll) 52 Millimeter breitem Versatz in die langen ein; in der Mitte sind zwei Einstriche, (12 Zoll) 314 Millimeter hoch, (8 Zoll) 209 Millimeter breit, eingesetzt. Auf der oberen Fläche des Joches sind zwei Nuten, die eine (3 Zoll) 78 Millimeter von der vorderen, die andere (3 Zoll) 78 Millimeter von der hinteren Kante entfernt, zum Einlegen von (2 Zoll) 52 Millimeter hohen, ($1^1/_4$ Zoll) 33 Millimeter breiten Federn angebracht. Hinter das Joch sind (dreizöllige) 78 Millimeter starke eichene Bohlen aus Eichenholz gelegt, der zwischen dieser und den Schachtstössen freie Raum von (10 bis 12 Zoll) 262 bis 314 Millimeter ist mit Moos dicht ausgefüllt; durch verlorene Keile zwischen Joch und Bohle wurde die Bohle so weit angetrieben, dass die Moosschicht auf ($1^1/_2$ bis 2 Zoll) 39 bis 52 Millimeter zusammengedrückt wird. Demnächst wurden zwischen Bohle und Joch unter allmäliger Beseitigung der verlorenen Keile Picotageklötze aus zähem Pappelholz eingesetzt; diese sind einzeln rings an ihrem Umfange durch 2 bis 3 Reihen spitzwinkeliger (8 bis 10 Zoll) 209 bis 262 Millimeter langer Keile, erst aus Kiefernholz, dann aus Eichenholz verkeilt, wobei man mit den langen Seiten begann und die kurzen folgen liess. Schliesslich wurde ringsherum eine Reihe eiserner Keile eingetrieben, bis die Moosschicht auf (1 Zoll) 26 Millimeter und zu einer steinharten Masse zusammengepresst war. Demnächst wurden die Aufsatzjöcher eingebracht, welche gleichfalls aus Eichenholz bestehen, (8 Zoll) 209 Millimeter breit, (12 bis 16 Zoll) 314 bis 418 Millimeter hoch und in der Mitte mit (2 Zoll) 52 Millimeter tiefer Nute, an der hinteren Kante mit halber ($^3/_4$ Zoll) 20 Millimeter breiter Nute zur Aufnahme von Deckleisten versehen sind. Nach Feststellung des Picotagejoches wurde dasselbe mit langen Streifen getheerter Leinwand bedeckt, die kiefernen Federn in die Nuten eingetrieben, auch diese mit Leinwand bedeckt und nun das erste Aufsatzjoch niedergetrieben, an welches zugleich hinten die Deckleiste angenagelt wurde. In gleicher Weise brachte man die übrigen Aufsatzjöcher ein, indem man die Deckleisten am unteren, wie oberen Joch annagelte. Auch die vertikalen Ecken der Jöcher wurden noch besonders gedichtet, indem man Deckwinkel von Brettern mit untergelegter getheerter Leinwand aufnagelte. Die Aufsatzjöcher wurden gegen die Schachtstösse von hinten mit (5 Zoll) 131 Millimeter starken Stempeln aus Eichenholz abgefangen und demnächst stampfte man den (1 bis $1^1/_2$ Fuss) 314 bis 471 Millimeter breiten Raum zwischen den Aufsatzjöchern und den Stössen mit mässig angefeuchtetem Thon aus. — Auf Erdmannschacht liess man während des Aufbaues die Wasser durch eingelegte, (4 Zoll) 105 Millimeter weite eiserne, später mit eingeschlagenen Spunden und vorgeschraubten Deckeln verschlossene Röhren abfliessen. Bei späterer Erhöhung der Zimmerung liess man hier die Federn zwischen je zwei

Jöchern fort und legte nur einen Streifen von Flanell dazwischen, während man ausserdem zwei ($^1/_2$ Zoll) 13 Millimeter starke, (3 Zoll) 78 Millimeter lange eiserne Dübbel zur Hälfte in jedes Jochstück versenkte. — Im Wassermannschacht theilte man die Picotageklötze in zwei Lagen von (6 Zoll) 157 Millimeter Höhe, jedoch wurde auch hier das Bauchen und Kanten des Hauptjoches, was man in den beiden anderen Schächten wahrgenommen hatte, nicht vermieden, überhaupt das Ganze nicht dicht. Deshalb legte man später ($6^1/_2$ Fuss) 2 Meter tiefer ein neues Hauptjoch, welches wie gewöhnlich picotirt wurde, die Aufsatzjöcher erhielten nur eine hintere Deckleiste, zwischen die Fugen wurde Flanell gelegt und der Raum zwischen den Jöchern und Stössen mit Klinkern und Cement bis auf einen Zwischenraum von (1 bis $1^1/_2$ Zoll) 26 bis 39 Millimeter unmittelbar am Gestein ausgemauert, welcher sodann mit Cement ausgegossen wurde, in den man kleine Ziegelsteinbrocken eindrückte; den Anschluss an die frühere Zimmerung bewirkte man, indem man den (5 Zoll) 131 Millimeter hohen, (10 Zoll) 262 Millimeter tiefen Raum mit Picotageklötzen aussetzte und gehörig verkeilte.

Diesem Verfahren schliesst sich das Verletten oder Verthönen der Schächte an, welches mit Nutzen bei Soolschächten, wie in Dürrenberg, Kösen zur Anwendung gebracht ist;[113]) ebenso im Wormrevier beim Durchteufen wasserreicher loser Massen, die (2 bis 50 Fuss) 0,628 bis 15,698 Meter mächtig in der Nähe des Steinkohlengebirges lagern.[113]) Man geht mit verlorener Bolzenschrotzimmerung durch den betreffenden Gebirgstheil, führt je nach dem Druck eine einfache oder doppelte ganze Schrotzimmerung im Innern in die Höhe, deren Hölzer, wie in Dürrenberg und Kösen, mit Nute und Feder verdichtet sind, und füllt den Raum hinter der definitiven Zimmerung mit gut durchgearbeiteten Letten. Ein ähnliches Verfahren wandte man in Oberschlesien früher im schwimmenden Gebirge an,[114]) neuerdings auch auf der Steinkohlengrube Mariahilf bei Rybnik,[115]) wo man mit dem (140 und 100 Zoll) 3,662 und 2,615 Meter im Lichten weiten Kunstschacht bei (5 Lachter) 10,462 Meter Tiefe eine ($2^6/_8$ Lachter) 5,492 Meter mächtige Schicht Schwimmsand mit 600 Kubikfuss Wasser in der Minute durchteufte; die Fugen der ganzen Schrotzimmerung wurden mit Moos gedichtet und der Raum zwischen den Jöchern und dem Gebirge unter Beseitigung der verlorenen Zimmerung mit Letten ausgeschlagen. Ganz ähnlich verfährt man auf den Eisensteinförderungen im Rosenberger und Kreuzburger Kreise,[116]) wo (5 bis 7 Lachter) 10 bis 15 Meter oder auch mehr Sand bis zu dem den Eisenstein führenden, grauen, zähen, plastischen, gewöhnlich trockenen Thon zu durchsinken sind; der Sand wird mittelst verlorener Zimmerung durchteuft, der man

113) v. Dechen a. a. O. S. 54. 95.
114) Thürnagel in Karsten Archiv. 1821. Bd. 4. S. 214.
115) Jahrb. d. schles. Vereins f. Berg- u. Hüttenwesen. 1859. S. 106.
116) In demselben Jahrbuche 1859. S. 146.

(20 bis 24 Zoll) 0,523 bis 0,628 Meter grössere Weite giebt, bis man ($^1/_4$ bis $^1/_2$ Lachter) 0,5 bis 1 Meter in den Thon eingedrungen ist; von hier aus legt man ganze Schrotzimmerung und stampft den Raum dahinter unter Wiedergewinnung der verlorenen Zimmerung, aber Stehenlassen der Pfähle, mit gehörig plastischem Thon, den man von Ort und Stelle gewinnt, aus; gewöhnlich nimmt man den Thon (10 bis 12 Zoll) 262 bis 314 Millimeter, bei stärkerem Druck bis (18 Zoll) 471 Millimeter stark.

Das Verletten ist ganz angemessen, wenn der Bau im Ganzen nicht längere Dauer hat, als die Zimmerung, obwohl man hier durch Bewässern derselben nachhelfen und ihr eine grössere Haltbarkeit geben kann. Auch für Soolschächte dürfte sich das Verfahren empfehlen, weil wegen des zeitweiligen Auftretens der Soole guter Mörtel nicht herzustellen ist. In anderen Fällen, namentlich bei Tiefbauschächten, möchte die Ausmauerung den Vorzug verdienen.

Auch in England[117]) wandte man in früherer Zeit wasserdichte Zimmerung in den runden Schächten an; noch im Anfang dieses Jahrhunderts und bis 1830 hatte man das sogen. plank tubbing, welches später durch solid wood tubbing verdrängt wurde, bis auch dieses dem Ausbau mit Gusseisen weichen musste.

Plank tubbing. Auf die geebnete Gesteinsfläche legte man eine ($^1/_2$ Zoll) 13 Millimeter hohe Lage von Hanf, Flanell oder dünnen Brettern aus Nadelholz mit nach Innen gerichteter Faser; darauf brachte man einen Keilkranz (wedging crib) von (8 bis 9 zölligem) 203 bis 229 Millimeter starkem Quadratholz, indem man zwischen die Fugen der einzelnen Segmente Brettchen von (4 bis 5 Linien) 9 bis 11 Millimeter Dicke, mit radial gestellten Fasern einlegte, auch den Raum zwischen dem Kranz und dem Gebirge füllte man mit Brettchen von Tannenholz aus, welche behobelt waren, rechtwinkelig zum Radius und mit vertikalen Fasern gestellt wurden. Dieser Keilkranz wurde picotirt und zwar stets gleichzeitig an zwei gegenüberliegenden Segmenten. In einiger Höhe über dem Keilkranz brachte man einen Hilfskranz (spiking crib) an, welcher schmaler als der wedging crib ist. Auf den unteren Kranz setzte man Bretter in vertikaler Richtung auf, welche bis in die Mitte der Höhe des spiking crib reichen, dieselben sind 3 bis 4 Meter lang, (6 Zoll) 152 Millimeter breit, (2 bis 3 Zoll) 51 bis 76 Millimeter dick und werden fassartig zusammengesetzt, so dass sie also in der Mitte breiter sind, als an den Enden, mit Ausnahme der letzten schliessenden Daube, welche parallele Ränder erhält und zwischen die entsprechend bearbeiteten anstossenden Dauben von Innen nach Aussen eingetrieben wird. Am spiking crib werden die Dauben mit eisernen oder beim Vorhandensein saurer Wasser mit hölzernen Nägeln befestigt. Alsdann legt man in weiterer Höhe einen neuen wedging crib und kleidet den Zwischenraum zwischen diesem und dem unteren spiking

---

117) Ponson t. I. pag. 416.

crib wiederum mit Brettern aus u. s. f. Demnächst verkeilt man alle Fugen der Kränze und ihrer Berührung mit den Brettern, nicht aber die Fugen der letzteren, die man auch nicht kalfatert, sondern beim Aufsteigen der Wasser durch das Aufquellen sich schliessen lässt. Erst dann bringt man im Innern die eigentlich stützende Zimmerung (main cribs) ein, deren Entfernung und Stärke sich nach dem vorhandenen Druck richtet und deren erste auf dem unteren Keilkranz ruht. Nach Oben schliesst man bei partieller Verdichtung (absatzweisem Ausbau) durch Picotiren an das Gebirge an, oder wenn das Niveau der Wasser erreicht ist, belastet man wohl die ganze Zimmerung durch Mauerung. Zuletzt verstopft man die Löcher im unteren Keilkranz, durch welche bis zur Vollendung die Wasser abfliessen. Solche Zimmerungen haben stellenweise auf den Quadratzoll 100 Pfund Druck, etwa 7 Atmosphären, auszuhalten.

2. Die zweite Art (curb or solid tubbing) ähnelt dem belgischen und französischen Verfahren. Der untere Kranz wird picotirt; die darauf folgenden Kränze, welche dicht über einander gelegt werden, wechseln verbandartig mit den vertikalen Fugen. Zwischen die horizontalen, wie vertikalen Fugen legt man dünne Brettchen; auch der Raum hinter den Kränzen wird mit Holzklötzen, wie sie vom Zurichten der Zimmerung gewonnen werden, oder auch mit klarer Kohle gefüllt, um das Ausweichen der Brettchen in den Fugen beim späteren Verkeilen zu verhüten. Sobald oben angeschlossen oder sonst belastet ist, picotirt man alle horizontalen und vertikalen Fugen und schliesst dann die eingebrachten Wasserabflussrohre im unteren Keilkranz. Nach Dunn soll (6 bis 8 Zoll) 152 bis 203 Millimeter starkes Eichen- oder Ulmenholz einen Wasserdruck von etwa 20 Atmosphären auf den Quadratzoll tragen, wobei aber zu berücksichtigen ist, dass die englischen Schächte gewöhnlich einen geringen Durchmesser von kaum über (10) 3, höchstens (12 Fuss) 3,6 Meter haben.

### II. Wasserdichte Mauerung.

Die wasserdichte Mauerung wird überwiegend so angewendet, dass man vom wassertragenden Gebirge in die Höhe ausmauert, also die ganze Tiefe des abzudämmenden Gebirges zuvor in grossen Dimensionen und mit verlorner Zimmerung durchsinkt; dem stückweisen Ausmauern steht der Umstand entgegen, dass sich zwei Mauerkörper nicht dicht an einander schliessen lassen, so dass, wie auch versucht worden ist, Zwischenstücke eingelegt werden müssen, wozu man Holz, selbst Holz und Eisen, in Belgien behauene Steine gewählt hat. Die Fälle, wo sonst stückweise Mauerung gelungen ist, verdanken dies weniger der Methode, als den günstigen Verhältnissen in mässigen Wasserquantitäten, geringem Druck und vielleicht in dem Vorhandensein vollständig wassertragender Schichten an den Fundamentstellen der Mauerstücke, wodurch bei sorgfältiger Ausfüllung des Raumes ein dichter Abschluss möglich wird. Soll aber das Gelingen

unter allen Umständen gesichert sein, so muss man von Unten herauf mauern, wodurch die Mauerung im Nachtheil steht gegen den wasserdichten Ausbau in Holz und Gusseisen; sie hat ferner den Nachtheil, dass, wenn sie nicht gelingt, sie sich nicht mehr verbessern lässt, da ein Verkeilen der Fugen unmöglich ist, dagegen gewährt sie, gut ausgeführt, den Vorzug unerschütterlicher Dauer.

*a.* Aufmauern von Unten.

Im grössten Maassstabe ist dieser wasserdichte Ausbau auf den Steinkohlengruben in Westfalen beim Durchsinken des Kreidegebirges in Mächtigkeiten, welche noch über (70 Lachter) 150 Meter steigen, eigenthümlich ausgebildet und in kleinerem Maassstabe anderwärts vielfach nachgeahmt. Die Regel des Aufmauerns von Unten ist bei ansehnlicher Tiefe wohl so modificirt, dass man allenfalls in zwei Absätzen mauert, aber die tiefere Mauer mit einem Theil ihrer Stärke als Futtermauer über die obere hinwegführt und so die Fuge verdeckt, wie man auch ähnlich verfährt, wenn in oberster Höhe Senkmauer angewendet ist. Ueber diese Verhältnisse muss man vorher der Schachtdimensionen wegen im Klaren sein, denn es ist schwierig und kostspielig, von einer oberen Mauer so viel Stärke wegzunehmen, wie die Futtermauer erfordert, so dass man in den oberen Tiefen den Schacht gleich so weit nehmen muss, um ohne Verengung der beabsichtigten Dimensionen die Futtermauer einbringen zu können.

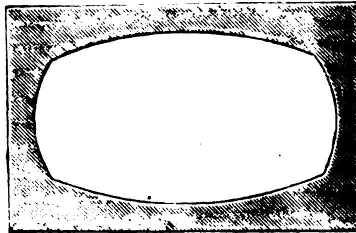
Als Mauermaterial dienen in Westfalen stets Ziegelsteine, ebenso meist anderwärts, selten Bruchsteine. Ferner benutzt man in Westfalen überwiegend Trassmörtel, in anderen Gegenden richtet man sich hierbei nach der gegebenen Localität und dem Preise. Zu beachten ist hierbei, dass jeder Ziegelstein Wasser durchlässt, dass also der Mörtel die Wasserdichtigkeit geben muss; daher hat man denselben reichlich zu verwenden und volle Fugen von ($^1/_2$ Zoll) 13 Millimeter zu mauern. Eigentlich also besteht die wasserdichte Mauer aus zwei Bestandtheilen: den Ziegeln, welche die Masse und den Widerstand gegen den Druck bilden, und dem Mörtel, welcher gewissermassen den Druck erst zum Entstehen bringt, indem er dem Wasser den Durchgang versperrt. An sich erhärtet übrigens guter hydraulischer Mörtel oft viel fester, als die guten Ziegel fest sind, was man beim Wegbrechen wasserdichter Mauern erfahren hat, wo durch Sprengarbeit das Reissen des Mauerwerks nicht in den Fugen, sondern in den Steinen erfolgte. Die erforderlichen Eigenschaften der Steine und des Mörtels sind bereits oben S. 487 ff. besprochen.

Form des Schachtes. Für grosse Druckhöhen ist nur die runde Schachtform zu empfehlen. In Westfalen ist dieselbe allerdings nicht beliebt, weil man sich von der umlaufenden Begränzung der Schachttrümer durch Hölzer noch nicht lossagen kann und am liebsten die unterhalb der Mauer gewählten Schachtdimensionen auch innerhalb derselben annimmt,

wodurch der runde Schacht einen zu grossen Querschnitt erhält; jedoch fängt man neuerdings auch in Westfalen an, sich der Vortheile der runden Schachtform zu bedienen.

Bei geringerem Druck sind vier krummstirnige, gewölbeartig an einander widerlagernde Mauern zulässig und im Gebrauch, wo dann aber immer ausserhalb, dem Gesteine zugekehrt, die Mauern gerade Begränzung erhalten müssen und nur allenfalls mässige Abstumpfung der Ecken zum Achteck gestattet ist; verwerflich aber sind Mauern, die in den Ecken nur dieselbe Stärke haben, wie in der Krümmung, weil hier die Spannung der Mauer geringer ist, als in der Mitte, dem Drucke also weniger Widerstand entgegengesetzt wird, wenn man die Ecken nicht durch geradlinige Fortführung der Mauer verstärkt, wie Fig. 264 zeigt. Aus ähnlichen Gründen

Fig. 264.



ist die quadratische Form der rechteckigen vorzuziehen, wenn nicht etwa die Druckhöhe sehr gering ist; beim Rechteck kann man einigermassen die grössere Druckkraft in den langen Stössen durch grössere Spannung der Bogen compensiren. Dieselbe darf überhaupt nicht zu gering sein, weil in dem Maasse, wie sie abnimmt, die Mauerstärke zunehmen muss, auch darf sie andererseits nicht zu gross sein, weil sonst der Zweck der Schachtform — im Vergleich zum runden Schacht — verloren geht und ungünstige Verhältnisse für das Widerlagern entstehen; praktisch hat man eine Spannung von (1 bis $1\frac{1}{2}$ Zoll auf 1 Fuss) 80 bis 125 Millimeter auf 1 Meter Sehne angenommen d. i. $\frac{1}{12}$ bis $\frac{1}{8}$ Krümmung, selten weniger. — Die elliptische Form ist für Schachtmauern zu missbilligen, kommt auch in Westfalen nicht vor.

Der Mauerfuss, mit welchem die Mauer auf das Gestein aufsetzt, hat verschiedene Formen, die sich in Westfalen nach und nach herausgebildet haben; die doppelt konische Form ist die beste, indem dadurch die Gesteinsbrust am meisten entlastet wird. Um festen Fuss zu fassen, muss man das Gebirge gehörig untersuchen, weil es für das Gelingen der ganzen Arbeit wichtig ist, die Mauer auf festes und wassertragendes Gestein zu setzen; deshalb muss man auch die Brust mittelst Schlägel und Eisen bearbeiten, da durch Schiessarbeit das Gestein Risse bekommen würde; auch das weitere Abteufen unter dem Mauerfuss muss zunächst aus dem-

selben Grunde mittelst Schlägel und Eisen erfolgen. Zur grösseren Sicherung bringt man unter den Mauerfuss ganze Schrotzimmerung an.

Tragebogen als Unterstützung der Mauer sind in Westfalen nicht beliebt, weil sie das gleichmässige Setzen der Mauer verhindern, doch sind sie bei schlechtem Gebirge auch in Westfalen einige Male angewendet; anderwärts ist dies mehrfach und ohne Nachtheil geschehen. Auf dem Johannaschacht der Galmeigrube Elisabeth bei Bobrek in Oberschlesien[118]) hat man in ($25^1/_8$ Lachter) 52,570 Meter Tiefe auf festen Kalkstein 4 von einander ganz unabhängige Tragebogen von (10 Fuss) 3,139 Meter Spannweite, (3 Fuss) 0,942 Meter Breite, (3 Fuss) 0,942 Meter Gewölbehöhe und ($1^3/_4$ Fuss) 0,549 Meter Pfeilhöhe eingebaut; darauf wurde die Schachtmauer, von Ecke zu Ecke im Lichten (9 Fuss) 2,825 Meter weit, aus vier Bogen von (20 Fuss) 6,277 Meter Radius gesetzt, deren Stärke zwei Ziegel betrug. Zu den Tragebogen, wie zur Mauer wurden Klinker, zu den Tragebogen Portland-, zu den Mauern Romancement verwendet. — Aehnlich verfuhr man auf der Schachtanlage zu Nothberg bei Eschweiler.[119]) In einer Tiefe von (24 Lachter) 50 Meter brachte man die Tragebogen für die kurzen Stösse an mit (19 Fuss) 5,963 Meter Sehne, (38 Zoll) 0,994 Meter vertikaler Spannung, (52 Zoll) 1,491 Meter Mauerhöhe und (38 Zoll) 0,994 Meter Mauerstärke; hierauf setzte man die Tragebogen für die langen Stösse, welche nur (13 Fuss) 4,080 Meter Sehne, (16 Zoll) 0,419 Meter vertikale Spannung, (48 Zoll) 1,255 Meter Mauerhöhe, (38 Zoll) 0,994 Meter Mauerstärke hatten. Im Lichten hat der Schacht (13 Fuss) 4,080 Meter Länge, ($10^2/_3$ Fuss) 3,348 Meter Breite; die Mauer ist von 4 Segmenten mit (12 Zoll) 0,314 Meter Spannung und (38 Zoll) 0,994 Meter Stärke gebildet. — Aehnliche Spannungen von (2 Zoll auf 1 Fuss) 160 Millimeter auf 1 Meter Sehne haben die Tragebogen für einen oberen Mauertheil im Steinsalzschacht zu Erfurt[120]) erhalten, wo rund bis zur Senkmauer in die Höhe zu gehen war. An den langen Stössen hatte man 2 Bogen mit (19 Zoll) 0,497 Meter horizontaler Spannung bei ($14^1/_2$ Fuss) 4,551 Meter Sehne und (40 Zoll) 1,046 Meter vertikaler Spannung bei (21 Fuss) 6,591 Meter Sehne, der Radius betrug (17 Fuss) 5,336 Meter, der Bogen war 2 Steine hoch, unabhängig darüber waren die kurzen Bogen mit gleichen Spannungen; die Bogen sind durch horizontale Mauer abgeglichen. Der Uebergang in die runde Form ist durch kurze Kappenbogen in den Ecken von (6 Fuss) 1,883 Meter Sehne und (18 Zoll) 0,471 Meter Spannhöhe mit horizontaler Krümmung bewirkt, welche dem Schachtdurchmesser von (18 Fuss 7 Zoll) 5,832 Meter entspricht.

Die Stärke der Mauer muss selbstredend nach der Tiefe zunehmen, sie ist ferner abhängig von der Spannung und der Widerstandsfähigkeit des Materials, wobei zunächst die Ziegel in Betracht kommen, da guter

118) Jahrbuch des schles. Vereins f. Berg- u. Hüttenwesen. 1860. S. 156.
119) Der Berggeist. Köln 1863. S. 1.
120) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 6. B. S. 188.

hydraulischer Mörtel sie hierin übertrifft; sie darf ferner nie unter $1\frac{1}{2}$ Steine betragen, damit keine durchgehende Fuge entsteht, wie auch nur um $\frac{1}{2}$ Stein die Stärke nach Oben abnehmen darf. In Westfalen[121]) hatte man früher bei vier krummen Mauern, (12 bis 14 Fuss) 3,766 bis 4,394 Meter Sehne, $\frac{1}{12}$ bis $\frac{1}{8}$ Spannung für die Mitte der Bogen angenommen:

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| bei | (15 Lachter) | 31,385 | Meter | Druckhöhe | nicht unter | 2 | Ziegel |
| „ | (35 „ ) | 72,232 | „ | „ | „ „ | $2\frac{1}{2}$ | „ |
| „ | (45 „ ) | 94,156 | „ | „ | „ „ | 3 | „ |
| „ | (55 „ ) | 115,080 | „ | „ | „ „ | $3\frac{1}{2}$ | „ |
| „ | (60 „ ) | 125,540 | „ | „ | „ „ | 4 | „ |

Die Stärke kann indess der Rechnung unterworfen werden, eine brauchbare Formel hierzu wird die Tiefe und den Durchmesser in Meter, die Mauerstärke in Centimeter, den Modul der Festigkeit auf den Quadratcentimeter enthalten müssen. Hierbei ist von dem runden Schachte auszugehen, während vier Mauern nach Verhältniss ihres Radius zu beurtheilen sind und zwar für die Stärke in der Mitte, indem sich die in den Ecken dann von selbst ergiebt. Für die runde Form hat man zunächst ähnliche Betrachtungen, wie bei von Aussen gedrückten Rauchröhren der Dampfkessel.[122]) Betrachte man einen Ring der runden Mauer von geringer Höhe = 1 Meter, in der Tiefe = h Meter, mit dem Radius = R Meter, zur Stärke = x Centimeter, zum Modul = k auf den Quadratcentimeter; man denke sich ferner die Kreislinie als Polygon von vielen Seiten, jede Polygonseite zum Centriwinkel $2\alpha$; nennt man den Druck auf die Polygonseite p, so ist der Druck auf alle Polygonseiten radial gerichtet, man kann ihn in den Ecken des Polygons angreifen lassen und er erhält dann durch Zerlegung für die innerhalb der Mauer zerdrückend wirkende Kraft

$$1 . \quad q = \frac{p}{2 \sin \alpha}$$

oder bei unendlich vielen Polygonseiten

$$q = \frac{p}{2 \operatorname{arc} \alpha}$$

es ist aber

$$2 . \quad p = 2 R . \sin \alpha . 1 h \gamma$$

wo $\gamma$ das Gewicht eines Kubikmeter Wasser = 1000 Kilogramm bezeichnet, oder bei unendlich vielen Seiten

$$p = 2 R . 1 h \gamma . \operatorname{arc} \alpha$$

also ist

$$3 . \quad q = \frac{2 R . 1 h \gamma . \sin \alpha}{2 \sin \alpha} = R . 1 h \gamma$$

---

[121]) Huyssen in Karsten u. v. Dechen Archiv. 1853. Bd. 25. S. 57.

[122]) Weisbach, Lehrbuch der Ingenieur- u. Maschinenmechanik. Braunschweig 1857. Bd. 2. S. 854.

Diese Formel lässt sich auch erhalten, wenn man die beiden Hälften des Ringes gegen einander widerlagernd und dies im ganzen Umkreise wiederholt denkt. Streng genommen gilt die Formel allerdings nur, wenn die Dicke nicht gross ist, also bei Gusseisen, man kann aber hiervon für die Praxis absehen. Diesem so ermittelten Drucke stellt die Mauer auf den Quadratcentimeter Querschnitt einen Widerstand von 100 l x k entgegen, es ist also

$$4 \,.\; 100\, l\, x\, k = R\, l\, h\, \gamma$$
$$100\, x\, k = R\, h\, \gamma$$

da aber $R = r + \frac{x}{100}$ ist, so hat man ferner

$$5 \,.\; 100\, x\, k = \left(r + \frac{x}{100}\right) h\, \gamma$$

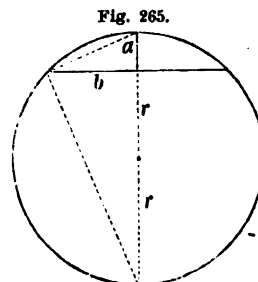
oder

$$6 \,.\; x \text{ in Centimeter} = \frac{r\, h\, \gamma}{100\, k - \frac{h\, \gamma}{100}}$$
$$= \frac{100\, r\, h}{10\, k - h}$$

Die rückwirkende Festigkeit der Ziegel wird sehr verschieden angegeben: nach Eytelwein 240 bis 1152 Pfund (altes) oder 224,50 bis 1077,58 Pfund (neues Gewicht), nach Weisbach 580 bis 2200 Pfund (altes) oder 542,53 bis 2057,88 Pfund (neues Gewicht) auf den Quadratzoll, das ist auf das Quadratcentimeter nach Eytelwein 16,41 bis 78,77, nach Weisbach 39,66 bis 150,58 Kilogramm. Bei den Berechnungen wird zehnfache Sicherheit gefordert, wiewohl sie bei ausgeführten Mauerungen viel geringer ist, so nach Trasenster[123]) 60 bis 70 Kilogramm auf den Quadratcentimeter oder höchstens dreifache Sicherkeit, obwohl Trasenster allerdings nur 15 Kilogramm für Ziegel, 95 Kilogramm für Bruchsteine nöthig hält.

Der Druck, den eine zu $\frac{1}{12}$ gespannte Mauer bei (12 Fuss) 4 Meter Sehne und (45 Lachter) 100 Meter Tiefe wirklich trägt, berechnet sich nach der Fig. 265 wie folgt:

Fig. 265.




$$\frac{b}{2} : a = 2\, r - a : \frac{b}{2}$$
$$\left(\frac{b}{2}\right)^2 = a\, (2\, r - a)$$

wo $\frac{b}{2} = 2$ und $a = \frac{1}{3}$ ist, also

$$2^2 = \frac{1}{3}\left(2\, r - \frac{1}{3}\right)$$

[123]) Trasenster: des cuvelages en pierres en taille in Revue universelle des mines etc. t. I. p. 389.

$$2r = \frac{36 + 1}{3}$$

$$r = \frac{37}{6} \text{ Meter} = 6{,}17 \text{ Meter.}$$

Da x hier 3 Steine, also rund (32 Zoll) 84 Centimeter betragen muss, so ist nach der Formel

$$x = \frac{100\,r\,h}{10\,k - h}$$

$$10\,k = \frac{h}{x}(100\,r + x)$$

$$k = \frac{100}{10 \,.\, 84}\left(100 \,.\, \frac{37}{6} + 84\right)$$

$$k = 83{,}41 \text{ Kilogramm}$$

unter denselben Verhältnissen bei 130 Meter Tiefe und 4 Steinen oder 110 Centimeter Stärke ist

$$k = 85{,}88 \text{ Kilogramm.}$$

Im Allgemeinen scheinen diese Belastungen allerdings hoch, man wird indess 60 bis 75 Kilogramm und damit zwei- bis dreifache Sicherheit nehmen können für vier Mauern, um diese nicht zu dick machen zu müssen; bei runder Form wird man lieber bis zu vier und fünffacher Sicherheit gehen können.

Die Formel lässt übrigens auch ersehen, wie unzweckmässig bei ansehnlicher Sehnenlänge und bedeutender Druckhöhe vier Mauern sind, denn für h = 130 Meter, quadratischer Form von 5 Meter lichter Seite und k = 60 Kilogramm hat man

| | | |
|---|---|---|
| für Spannung = $^1/_{12}$, | r = 7,7 Meter, | x = 213 Centimeter |
| „ „ = $^1/_8$, | r = 5,2 „ | x = 144 „ |
| „ den runden Schacht | r = 3,5 „ | x = 97 „ |

allerdings erhält der runde Schacht alsdann bedeutend mehr Querschnitt, wie man ihn niemals anlegen wird; nähme man aber nur 5 Meter Durchmesser, was ebenfalls noch unpraktisch ist, so kann man, wenn man von der Forderung rechteckig umgränzter Trüme abgeht, sicherlich dieselben Zwecke des Schachtes erreichen, und hat nur nöthig, x = 70 Centimeter oder $2^1/_2$ Steine stark zu nehmen, obwohl es zu höherer Sicherheit besser ist, eine grössere Stärke zu wählen. Vertheilt man die gesammten Zwecke eines Schachtes auf zwei Zwillingsschächte, so kann man engere Dimensionen, also auch schwächere Mauern wählen, wodurch sich das Abteufen zweier Schächte, wie schon in vielen anderen Hinsichten, empfiehlt.

Durch Umkehren kann man im gegebenen Falle bestimmen, in welcher Höhe man die Stärke der Mauer um $^1/_2$ Ziegel verringern kann, denn aus

$$10\,k\,x = h\,(100\,r + x)$$

berechnet sich

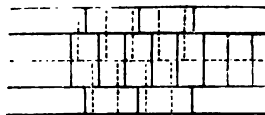
$$h = \frac{10\,k\,x}{100\,r + x}$$

hieraus findet man, dass bei $^1/_8$ Spannung und 5,2 Meter Halbmesser die 144 Centimeter betragende Stärke ermässigt werden kann auf

120 Centimeter bei 112 Meter Tiefe
100 „ „ 97 „ „

Ausführung der Mauer. Auf den westfälischen Gruben läuft das Gemäuer mit horizontalen Fugen ringsum; bei vier Mauern geht man mit den Ecken voraus und mauert terassenförmig auf. Der Verband wird durch Wechsel von Läufer- und Streckerschichten hergestellt, wobei man im Allgemeinen beobachtet, dass jeder Stein mindestens auf drei anderen ruht, wie Fig. 266 im Grundriss zeigt. Dies gilt indess zunächst nur für

Fig. 266.



schwache Mauern; bei starken, sowie für die Ecken bei vier Mauern, entsteht die Frage, ob die Mauer als ein Ganzes oder in zwei oder mehr Theilen auszuführen ist, welche gleichsam in einander stecken und mit concentrischer Mörtelfuge verbunden sind. Das letztere darf bei sehr starken Mauern und für die Ecken wohl als das bessere bezeichnet werden, weil das gleichmässigere Setzen, namentlich beim äusseren Anschluss an das Gestein befördert wird.

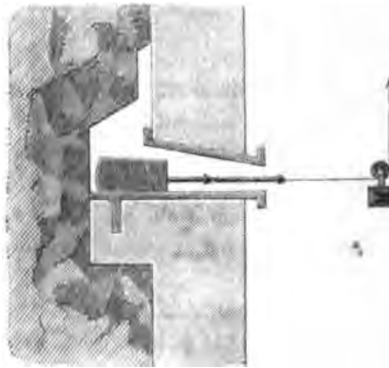
Beim Verlegen der Steine hat man sowohl diese selbst, wie das Gestein zu reinigen und abzuspülen, um allen störenden, anhaftenden Schmutz zu beseitigen; die Steine müssen sich vorher voll Wasser saugen, damit sie solches nicht dem Mörtel entziehen. Spritzwasser müssen durch Traufenbühnen und Kanäle abgehalten werden, weil sonst der Mörtel ausgespült wird. Bei Unterbrechungen der Arbeit muss man die Mauer mit Brettern bedecken, zu grösserer Vorsicht aber beim Wiederbeginn die oberen Lagen abbrechen, die letzte Schicht durch Behauen mit Spitzeisen rauh machen, mit Wasser von Neuem sättigen und mit frischer Mörtellage bedecken.

In dem Maasse, wie die Mauer in die Höhe rückt, gewinnt man die verlorene Zimmerung wieder und bringt die spätere definitive ein, wie dies bei der gewöhnlichen Mauerung bereits besprochen ist; das Einmauern der Zimmerung ist nicht zu empfehlen, weil dadurch ein gleichmässiges Setzen der Mauer verhindert wird; am besten ist es, Bühnlöcher auszusparen, in welche man die Hölzer einlegt. Oft sind nur die Einstriche erforderlich, die man auch wohl auf ausgemauerte Consolen aus Ziegel- oder Bruchsteinen legt. In England legt man bei runder Ausmauerung (5 bis 6 Zoll)

131 bis 157 Millimeter breite Holzkränze ein, an welche die Wandruthen für die Schachtscheider befestigt werden.

Wasserrohre, welche der bei den englischen hölzernen tubbing erwähnten Durchbohrung der Tragekränze entsprechen, werden gelegt, um die aus den Stössen zusitzenden Wasser an der Mauer zunächst abzuhalten, namentlich die Quellen, da man darauf genau Bedacht nehmen muss, dass die Wasser an der noch weichen Mauer nicht spülen. Die Rohre sind aus Gusseisen, konisch, hinten abgestutzt, mit Flangen, zuweilen auch mit horizontaler Fussplatte versehen; als Verschluss dient ein konischer Spund aus trockenem Eichenholz, welcher gleich mit eingelegt, aber während der Arbeit noch zurückgehalten wird, indem man eine eiserne Stange in den Spund einschraubt, mit dieser denselben in die Röhre zurückdrängt und in dieser Stellung durch Befestigung der Stange erhält; soll das Rohr geschlossen werden, so zieht man den Spund an die Mündung desselben, schraubt die Stange ab und verschliesst ausserdem durch Vorschrauben eines Deckels mit Liderkranz. Fig. 267. In Westfalen giebt man diesen

Fig. 267.



Röhren eine Wandstärke von ($1\frac{1}{2}$ bis $1\frac{5}{8}$ Zoll) 39 bis 43 Millimeter. An den Stellen, wo ein Rohr zu legen ist, haut man ringsherum im Gestein eine horizontale Rinne, schützt die Mauer durch vorgesetzte Bretter, führt die höher gelegenen Wasser durch in das Gestein gehauene vertikale Rinnen dort zusammen, so dass sie aus dem Rohr frei auslaufen können; unter dem horizontalen Kanal giebt man der Mauer, wie aus vorstehender Figur ersichtlich, eine Verstärkung von (18 Zoll) 471 Millimeter Höhe, (12 Zoll) 314 Millimeter Breite. Auf diese Weise entstehen einzelne Zuflussgebiete der Wasser, welche dadurch von der Einwirkung auf die Mauer abgehalten werden. Wenn das untere Rohr voll ausgiesst, neue Zuflüsse von demselben also nicht mehr abgeführt werden können, hat man in oberer Höhe ein neues zu legen; besser aber ist es, für jeden erheblichen Zufluss ein besonderes Rohr einzubauen. Ausser den Rohren zum Wasserabfluss noch solche für Ableitung der Luft hinter der Mauer, welche beim

Auftreten der Wasser comprimirt wird, anzubringen, ist überflüssig. Man hat Vorkehrungen getroffen, um sämmtliche Rohre von Tage her gleichzeitig zu schliessen, dieselben sind aber nicht zu empfehlen, weil sie leicht versagen, es ausserdem aber bei Weitem besser ist, den Wasserdruck allmälig wirksam werden zu lassen, indem man die Rohre nach und nach schliesst.

Das Erhärten der Mauer erfolgt entweder unter Wasser, indem man dieselben allmälig aufgehen lässt oder nicht. Im ersteren Falle hat man eine Betriebsunterbrechung von 3 bis 5 Monaten und die Nothwendigkeit, die aufgegangenen Wasser nachher sümpfen zu müssen; trotz dieser Uebelstände empfiehlt sich das Verfahren, weil die Mauer alsdann von Aussen und Innen gleichmässig gedrückt wird und allseitig in steter Berührung mit Wasser bleibt. Im zweiten Falle sind die Ausführungen zwar auch gelungen, es ist dies aber nur zulässig, wenn eine genügende Anzahl von Abflussröhren vorhanden ist und erfordert dauernde Wasserhaltung während des Erhärtens, was im ersten Falle fortfällt. Gegen den ersten und für den zweiten Fall wird geltend gemacht, dass die Mauer, wenn sie allseitig umspült wird, im Wasser an Gewicht verliert, daher nach dem Sümpfen eine grössere Last von Oben wirkt, was für das gleichmässige Setzen nicht vortheilhaft sein und die Gefahr des Reissens der Mauer mit sich führen soll, welches Argument nicht ohne Beachtung zu lassen ist. Im ersten Falle schliesst man die Rohre in dem Maasse, wie das Sümpfen vorschreitet, im anderen von Unten nach Oben.

Der Pumpeneinbau hat manche Schwierigkeiten, denen man schon bei den Abteufungspumpen begegnet, wenn sie nicht hängen, sondern, wie dies in Westfalen allgemein üblich ist, fest verlagert werden. Der Einbau der definitiven Pumpen erfolgte früher stets von dem wassertragenden Gebirge bis zur Hängebank, weil man das Verlagern innerhalb der Mauer fürchtete, was allerdings nicht geschehen darf, wenn die Mauer noch weich ist; hierdurch entstehen sehr hohe Sätze. Deshalb hat man in neuerer Zeit, wie auf der Königsgrube und der Grube Schleswig bei Bochum, auch Lager innerhalb der Mauer angebracht und diese in nischenartige Räume, welche mit entsprechender Verstärkung der Mauer nach Hinten versehen sind, eingelegt; man hat zu dem Zweck gusseiserne Kasten oder auch nur Fussplatten eingemauert, obwohl grosse Decksteine dieselben Dienste leisten würden.

Der Erfolg der Mauerung ist bei sorgfältiger Ausführung ein durchaus vollständiger, indem grosse Wassermengen dadurch abgesperrt werden; im Anfang dringen allerdings noch Schwitzwasser bis zu 3 und 4 Kubikfuss in der Minute hindurch, die sich aber nach und nach fast gänzlich verlieren.

Es ist kaum zu erwähnen, dass während der Ausführung fortdauernd eine peinliche Controle mit Lehre, Waage und Loth ausgeübt werden muss, wenn das Gelingen gesichert werden soll. —

Auf dem Schacht Trou-Martin bei Vieux-Condé unweit Anzin hat man eine Cuvelirung aus Bruchsteinen ausgeführt.[124]) In dem runden 3,200 Meter weiten Schachte hatte man 27 Meter hoch das Gebirge wasserdicht abzuschliessen, was durch trockene Mauerung in Kalkstein geschah, von denen je 10 Steine in Höhen von 330 bis 120 Millimeter, nach Oben abnehmend, in jeden Kranz verlegt wurden; die vertikalen Fugen wechselten in den Kränzen und wurden durch zwischengelegte Bleibleche gedichtet. Die beiden untersten Kränze bildeten die eigentlichen Picotagekränze: hinter dem Mauerringe wurde dicht an denselben anschliessend ein concentrischer Ring aus weichen Holzklötzen gelegt, dessen Fugen die Richtung der Fugen des Steinkranzes hatten und zwischen dessen äusserem Umfange und dem Gebirge ein Zwischenraum von 60 Millimeter frei blieb: dieser wurde dicht mit Moos ausgestopft, worauf eine Verkeilung zwischen Holz und Steinkranz erfolgte, wodurch die Mooslage auf 10 Millimeter Dicke zusammengepresst wurde, während die sich öffnenden Fugen des Holzkranzes mit Keilen ausgefüllt wurden. Solcher picotirten Kranzpaare wurden in der ganzen Höhe 8 gelegt; ausserdem wurden noch an 5 Stellen Holzkränze eingebracht, um das auf die Picotagekränze lastende Gewicht zu verringern. Die Horizontalebenen aller Kränze bedeckte man mit getheerter Leinwand und kalfaterte die horizontalen Fugen, nachdem man den Raum zwischen den gewöhnlichen Kränzen und dem Gebirge mit Cement ausgegossen hatte. Diese Cuvelirung in Stein ist beträchtlich theurer, als in Holz, und auch theurer, als wasserdichte Mauerung.

### *b.* Absatzweise Mauerung.

Die absatzweise Mauerung ist nur stets bei rundem Querschnitt zur Anwendung gelangt.

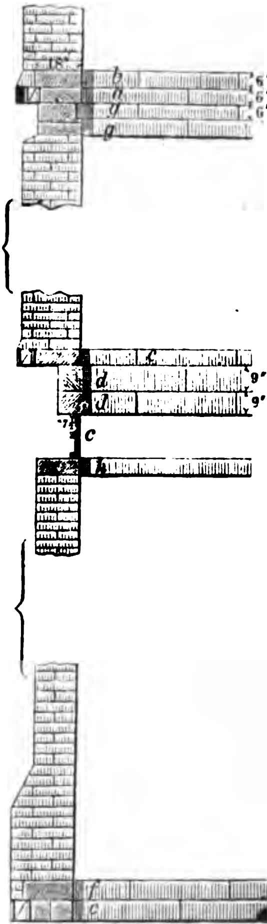
1. In England[125]) wird die 3 Ziegel starke Mauer jedes Mal auf hölzerne Tragekränze gesetzt, welche man picotirt; die mittlere Steinlage steht um eine halbe Höhe beim Aufmauern vor, ausserdem steigen die Steine jeder Lage in Schraubenlinien auf, so dass nirgends horizontale Fugen entstehen. Zu diesem Zweck nagelt man auf dem Holzkranz dünne Brettchen in der Weise spiralförmig auf, dass nach einem Umlauf die Brettchen die Dicke eines Steins ausmachen. Der Raum hinter der Mauer wird mit Letten ausgestampft oder in der Gegend von Newcastle mit Beton ausgegossen. Hinter der Mauer wird ein Rohr von Weissblech oder eine Lutte nachgeführt, deren Wandungen vielfach durchbohrt sind, dieselbe steht unten auf einer vertikalen Durchbohrung des Tragekranzes, welcher eine horizontale Durchbohrung entspricht; vor der letztern liegt eine Sammelrinne (garland curb), damit die Wasser nicht in den Schacht fallen. Die Lettenschicht wird abfallend dem Rohre zu gehalten, so dass man mit dem

[124]) Dormoy: Ueber wasserdichte Schachtverwahrungen in Stein in berg- u. hüttenm. Ztg. von Bornemann u. Kerl. Freiberg 1861. S. 386.

[125]) Ponson a. a. O. t. I. p. 422.

Verletten an der dem Rohre entgegengesetzten Seite beginnt und die Wasser stets zwingt, dorthin zu fliessen. Schliesslich wird die Durchbohrung im Tragekranz verspündet. Ob und in welcher Weise man die Mauer an einen höheren Tragekranz anschliesst, ist in der Quelle nicht angegeben, jedenfalls hat man es nur mit mässigen Wassern zu thun, was zwar auf den Druck ohne Einfluss ist, wohl aber hinsichtlich des Ableitens während der Arbeit.

Fig. 268.



2. Auf der Steinkohlengrube Rhein-Elbe bei Gelsenkirchen in Westfalen [126]) steht der in dem Kreidegebirge (54 Lachter) 113 Meter tiefe Schacht in oberer Höhe in stückweiser Mauerung, unten in Gusseisen; er ist im Lichten (13,8 Fuss) 4,341 Meter weit. Bei (12 Lachter) 25 Meter Tiefe ist ein Picotagekranz a von Holz (Fig. 268) aus 10 Segmenten von Eichenholz gelegt, derselbe ist innen rund, aussen polygonisch, (6 Zoll) 157 Millimeter hoch, wie gewöhnlich mit Moos verdichtet; darauf liegt ein zweiter Kranz b gleichfalls (6 Zoll) 157 Millimeter hoch, (18 Zoll) 471 Millimeter breit, wie der Keilkranz gestaltet, der Raum dahinter ist ist mit Cement ausgegossen; auf diesen Kranz ist die Mauer gesetzt. In der Tiefe von (6 Lachter) 12,5 Meter darunter ist wegen des Auftretens vieler Wasser trotz des nicht sehr festen Mergels ein neuer Keilkranz c gelegt und darauf unmittelbar Mauer gestellt. Bei (18 Zoll) 471 Millimeter weiterer Tiefe traf man eine feste Schicht, auf welche man zwei (9 Zoll) 235 Millimeter hohe, ($4\frac{1}{2}$ Zoll) 118 Millimeter breite Tragekränze dd mit ($4\frac{1}{2}$ Zoll) 118 Millimeter Vorsprung legte; dieselben sind durch horizontale Picotirung an c angeschlossen. Noch (6 Lachter) 12,5 Meter tiefer fundamentirte man das dritte Stück Mauer auf 2 neben einander liegende Keilkränze e, mit denen man den darauf liegenden Kranz f verankerte. Die Verbindung der zweiten Abtheilung mit der oberen bewirkte man dadurch, dass man (12 Zoll) 314 Millimeter unter dem Keilkranz a zwei Kränze g über einander auf die Mauer verlagerte, von denen der obere (6 Zoll) 157 Millimeter hoch, (8 Zoll) 209 Millimeter breit, ($4\frac{1}{2}$ Zoll) 118 Millimeter gegen den unteren zurück-

[126]) Selig: Das Abteufen auf Zeche Rhein-Elbe in berg- u. hüttenm. Ztg. von Bornemann u. Kerl. Freiberg 1860. S. 429.

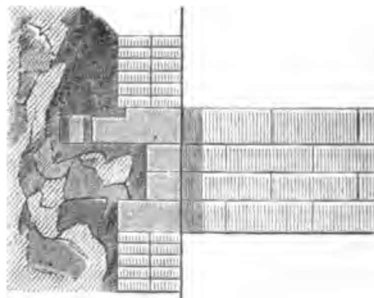
springend in diesen (1½ Zoll) 39 Millimeter tief eingelassen ist, zwischen beide ist getheerte Leinwand gelegt; der obere Kranz g ist gegen den Fundamentkranz a horizontal verkeilt. Beim dritten Absatz wurde (35 Zoll) 0,915 Meter unter dem Kranz d ein (18 Zoll) 471 Millimeter breiter, (6 Zoll) 157 Millimeter hoher Kranz h eingelegt und der Zwischenraum durch einen Kranz aus 10 gusseisernen Segmenten gesichert. Die erste und zweite Etage sind 2½ Ziegel, die dritte 3 Ziegel stark. Als Abflussrohre hatte man cylinderische gusseiserne Röhren von (2 Zoll) 52 Millimeter Durchmesser oder pyramidale, mit (2 Zoll) 52 Millimeter hohen Flangen an beiden Enden und in der Mitte versehene, welche vorn (3 Zoll) 78 Millimeter, hinten (5 Zoll) 131 Millimeter Seite hatten, eingebaut; dieselben sind mittelst Spund verschlossen.

3. In den Schächten der Grube Karoline bei Seraing hat man eine Mauer mit Anwendung von Tragekränzen aus Bruchsteinen von Kalksteinen nach den Angaben von Transenster eingebaut;[127]) es sind zwei runde Schächte, einer zur Förderung mit 3,25 Meter und der andere zur Wetterhaltung mit 2,40 Meter Durchmesser, von denen der erste in 3, der andere in 4 Abtheilungen ausgebaut ist, und zwar

| | I. | II. |
|---|---|---|
| erste Abtheilung | 16,0 Meter | 15,30 Meter |
| zweite " | 7,1 " | 6,65 " |
| dritte " | 17,8 " | 6,57 " |
| vierte " | — " | 17,60 " |
| zusammen | 40,9 Meter | 46,12 Meter |

Die Tragekränze sind innen rund, aussen polygonal, aus 12, beziehungsweise 8 keilförmig bearbeiteten Stücken bestehend, 0,30 Meter hoch, für die oberen Absätze 0,60 Meter, für die unteren 0,72 Meter breit;

Fig. 269.



sie sind nur auf ⅔ ihrer Höhe von unten picotirt, auch ist das obere Drittel um 0,1 zurückspringend, um die Keile besser eintreiben zu können; der Raum wird dann später mit Beton ausgefüllt. Fig. 269. Dieser Tragekranz ist unter Anwendung von zwei lambourdes und von Moos in ge-

[127]) Ponson a. a. O. t. I. S. 431.

wöhnlicher Weise picotirt, was vollständig gelungen ist. Das Mauerwerk besteht aus keilförmigen Ziegeln, welche oben zu zweien in 0,5 Meter, unten zu $2^1/_2$ Steinen in 0,6 Meter Stärke mit concentrischen Fugen und Trassmörtel und unter Anbringung von Wasserabflussröhren, wie in Westfalen vermauert werden. Der Abschluss der unteren an die obere Etage ist in der Weise hergestellt, dass 0,8 Meter unterhalb des Tragekranzes die Mauer mit einer Steinlage von gleicher Breite, wie die Mauer bedeckt wird, worauf noch 2 Steinlagen kommen, von denen die obere den Schluss bildet; diese beiden sind nur 0,24 Meter breit, also viel schmaler, als der Tragekranz, so dass dieser während des Anschliessens noch mit seiner Rückseite Halt auf der Gesteinbrust hat. Für die Einstriche sind Bruchsteine eingemauert mit eingehauenen Bühnlöchern.

Die stückweise Aufmauerung wird immer nur unter günstigen Umständen gelingen, insbesondere aber dann, wenn die Schichten, wo die Tragekränze liegen, geschlossen sind; am meisten Aussicht auf Erfolg hat die dritte Methode, die sich noch verbessern liesse, wenn man eine horizontale Picotage für den Anschluss benutzt.

Fehlerhaft sind jedenfalls die gemischten Constructionen, da sich eine Verbindung zwischen Holz und Mauerwerk nie dicht herstellen lässt, ausserdem das Holz vom Mörtel angegriffen wird, auch eine Auswechselung der Holzkränze wohl nie möglich zu machen ist. Von diesem Verfahren ist daher im Allgemeinen abzurathen.

Auf dem Schacht der Grube Medio-Rhein bei Duisburg hatte man in oberer Höhe zur theilweisen Absperrung der starken Wasserzuflüsse eine Mauer in gewöhnlicher Weise hergestellt und damit eine grosse Wasserquantität zurückgedrängt. Nach Erhärtung der Mauer und Verschluss der Wasserabführungsröhren teufte man weiter ab und führte, als auch hier von Neuem sich starke Wasserzuflüsse zeigten, eine neue Mauer in gewöhnlicher Weise, aber in engeren Dimensionen aus und liess dieselbe als Futtermauer durch die erste hindurchgehen, machte aber dabei den Fehler, dass man die zu weit vorstehenden Ausgussröhren der ersten Mauer in die Futtermauer einmauerte. Als sich nun die zweite Mauer zu setzen begann, zog sie die Ausgussröhren mit sich, wodurch die obere Mauer undicht wurde und der ganze, vorher abgedämmte Wasserstrom sich in den Schacht ergoss, so dass das Abteufen eingestellt werden musste. Würde man den Anschluss der Wasserausgussröhren an die Futtermauer vermieden und die untere Mauer ganz unabhängig von der oberen belassen haben, so wäre ein Gelingen der Arbeit sehr wahrscheinlich gewesen. Man wird also in ähnlichen Fällen derartige Fehler zu vermeiden haben.

Auf den Kohlenwerken von Ougrée wurde eine Holzcuvelage durch Mauerung ersetzt, ohne die Förderung im Schachte einzustellen.[128]) Die

[128]) Cheneux: substitution d'un revêtement en maçonnerie à un cuvelage en bois, sans interrompre l'extraction in Annales des travaux publics de Belgique. Bruxelles. t. 25. p. 389.

oberen 18 Meter des Schachtes waren im Kies abgeteuft und mittelst Holzcuvelage wasserdicht ausgekleidet. Obwohl dieselbe 30 Jahre hindurch ihren Zweck erfüllt hatte, war sie allmälig so wandelbar geworden, dass sie ersetzt werden musste; durch die Herstellung eines zweiten wasserdichten Einbaues, sei es in Holz, sei es in Eisen, konnte man der drohenden Gefahr nicht abhelfen, weil die Förderung auch nicht auf wenige Tage unterbrochen werden durfte und eine Verengerung des Schachtquerschnitts nicht statthaft war. Man schritt deshalb zu einer Umfahrung der Schachtstösse und brachte ausserhalb der Zimmerung wasserdichte Mauerung an. Der Schacht hatte einen rechteckigen Querschnitt von 5,275 Meter Länge und 1,625 Meter Breite im Lichten. An seinem kurzen Stosse brachte man zunächst einen kleinen provisorischen Schacht bis zum Steinkohlengebirge nieder. Von der Sohle dieses Hilfschachtes aus umfuhr man den Schacht um den einen langen Stoss bis in die Mitte des gegenüberliegenden kurzen Stosses mittelst einer Strecke in elliptischem Bogen und mauerte rückwärts den durch die Strecke geöffneten Raum vollständig aus. In gleicher Weise verfuhr man auf der anderen Seite des Schachtes und bildete dadurch eine Umfassungsmauer um die alte Zimmerung in elliptischer Form, mit einer grossen Achse von 6,76 Meter, einer kleineren Achse von 3,75 Meter und einer Dicke von 0,65 Meter. Ueber der ersten Mauer trieb man in ganz gleicher Art wiederum zwei Streckenarme und mauerte den dadurch gewonnenen Raum aus, bis man die Hängebank erreichte. Die Höhe der Strecken schwankte nach der Beschaffenheit des Gebirges zwischen 2,40 Meter und 3,60 Meter; zur Ausmauerung des 18 Meter hohen Schachtes hatte man 6 Streckenetagen zu bilden. Bei der weichen Beschaffenheit des Gebirges konnte man die Strecken nur mittelst Abtreibezimmerung auffahren und musste dieselbe gegen die alte Cuvelagezimmerung mittelst Stempel absteifen, welche man beim Fortschreiten der Mauer beseitigte. Nachdem der Mörtel in der Mauer, welcher aus $^1/_3$ Trass, $^1/_3$ pulverisirter und gesiebter Schlacke und $^1/_3$ gelöschtem Kalk bestand, mehre Monate zum Erhärten Zeit gehabt hatte, wurde die Cuvelage im Innern beseitigt und die Mauer mit Leitbäumen zur Führung der Fördergefässe versehen, so dass alsdann der Schacht in seiner neuen Bekleidung vollendet war. Die Arbeit war vollständig gelungen. Wenn das Gebirge grössere Wassermengen führt, als es hier der Fall war, so wird man den Hilfsschacht mit besonderer Wasserhaltung versehen müssen, um zum Ziele zu gelangen.

### III. Cuvelage in Gusseisen.[129])

Der Ausbau der Schächte in Gusseisen kommt nur bei runden Schächten vor und ist besonders in England heimisch, wo er anscheinend zuerst 1795

[129]) Ponson, a. a. O. t. I. p. 439. — Greenwell, a. a. O. p. 133. — Dunn a treatise on the Winning and Working of Collieries 2. edition. Newcastle 1852. pag. 50. — v. Dücker, gusseiserne Schachtverdichtung in Westfalen in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 5. B. S. 66. Bd. 6. B. S. 1.

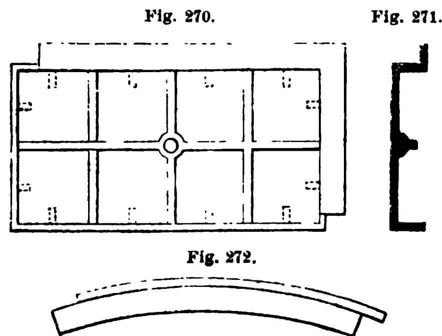
angewendet wurde und zwar mit gusseisernen Cylindern aus einem Stück, was aber nur bei geringen Tiefen und Durchmessern möglich ist; 1796 erfolgte durch Buddle die Theilung der Cylinder in Segmente mit inneren Vorsprüngen, Schraubenverbindungen und Holzbekleidung, um das Unterfassen der Fördergefässe zu verhindern.

Die gusseiserne Cuvelage wird absatzweise eingebracht, wie die belgische Zimmerung, nach Massgabe wassertragender Schichten, oder wenn man wenigstens einen Theil der Wasser absperren will. Wie bei der Zimmerung hat man im Allgemeinen zwei Theile: Trage- oder Keilkränze (wedging cribs), welche als Fundament dienen, und Aufsatzkränze (tubs); in beiden werden die vertikalen, wie horizontalen Fugen durch Einlegen von Brettstückchen, welche nachträglich verkeilt werden, verdichtet. Das ganze Verfahren heisst Metal oder cast iron tubbing.

Die Tragekränze (wedging cribs) können aus Holz bestehen, werden jetzt wohl aber immer aus Eisen genommen; massiv würden diese zu schwer sein, daher wendet man sie hohl an. Wie die Picotagekränze bei der Zimmerung, macht man sie breit, nicht leicht unter (1 Fuss englisch) 305 Millimeter, auf der Steinkohlengrube Hibernia bei Gelsenkirchen (14 Zoll) 356 Millimeter breit, gegen (6 Zoll) 152 Millimeter hoch und nicht leicht unter (1 Zoll) 25 Millimeter in den Wandungen dick. Die Zahl der Segmente richtet sich nach dem Durchmesser, wobei als Grundsatz dienen kann, dass man die Sehne im grossen Durchschnitt gegen (4 Fuss) 1,219 Meter lang nimmt; auf Hibernia hat man bei einem Durchmesser von (11,63 Fuss) 3,5 Meter 8 Segmente, auf Rhein-Elbe 10 Segmente bei einem Durchmesser von (13,8 Fuss) 4,3 Meter. Man bildet eine ringförmige Brüstung im Gestein, die gegen ($1\frac{1}{2}$ bis 2 Zoll) 39 bis 52 Millimeter Raum zwischen der Aussenfläche des Kranzes und dem Gebirge lässt, der Kranz wird auf eine Unterlage von ($\frac{1}{2}$ Zoll) 13 Millimeter dicken Fichtenbrettchen gelegt, deren Fasern radial gestellt sind; auch zwischen den vertikalen Fugen der Segmente sind solche Brettchen gestellt, welche von hinten verkeilt werden. Die Segmente stossen stumpf zusammen, ein Uebergreifen derselben ist nicht nöthig, da die vertikalen Brettchen wegen der hinteren Picotage nicht ausweichen können. Die hohlen Segmente werden durch vertikale Rippen in Fächer getheilt und diese mit Klötzen und Fichtenholz ausgefüllt, welche demnächst verkeilt werden; entweder sehen die Fächer nach Unten oder nach Aussen, das Letztere scheint das Gewöhnliche.

Die Aufsatzkränze (tubs) sind (1 bis 2 Fuss) 314 bis 628 Millimeter hoch, ihre Stärke richtet sich nach dem Durchmesser und der Tiefe, sie erhalten stets an allen vier Seiten vorspringende, etwa (4 Zoll) 100 Millimeter breite Flangen, um mittelst derselben stabil auf und neben einander gesetzt werden zu können, zwischen den Kränzen sind Verstärkungsrippen angebracht, entweder zwei sich diagonal kreuzende oder, was für die Haltbarkeit der vertikalen Flangen besser ist, eine horizontale Mittel-

rippe und mehre vertikale, oft finden sich auch noch Träger an den Flangen. Für grössere Tiefen nimmt man Segmente von geringerer Höhe, macht die Wände stärker und behält ausserdem die Verstärkungsrippen bei. In der Mitte jedes Segments ist eine Oeffnung von etwa ($1^1/_4$ Zoll) 33 Millimeter Durchmesser angebracht, theils um die Wasser abfliessen zu lassen, theils um die Segmente beim Einhängen darin befestigen zu können, was mittelst einer Gabel und vorgestecktem Bolzen geschieht. Nicht immer vorhanden, aber an sich zweckmässig ist eine um etwa ($^1/_2$ Zoll) 13 Millimeter vorspringende Randrippe der horizontalen Flangen und ein um etwa ($1^1/_3$ Zoll) 35 Millimeter starkes Uebergreifen der Segmente an den vertikalen Fugen. (Fig. 270. 271. 272.)


Fig. 270. Fig. 271. Fig. 272.

Die Segmente werden in der Weise aufgebaut, dass die vertikalen Fugen in den über einander liegenden Kränzen wechseln; in allen Fugen werden ($^1/_2$ Zoll) 13 Millimeter starke Fichtenbrettchen mit recht feinen Fasern und ohne Aeste eingelegt. Wenn ein Kranz gesetzt ist, und wenn Vorsprünge an den Segmenten vorhanden sind, so regulirt und sichert man die Stellung nach dem Lothe durch Bretter von (4 bis 6 Zoll) 105 bis 157 Millimeter Breite und (2 Fuss) 628 Millimeter Länge und Keile, welche hinter die Verbindungstellen gegen das Gestein getrieben werden; der übrige Raum wird mit Bergen ausgefüllt. Wenn keine Vorsprünge an den Segmenten vorhanden sind, ist grössere Sorgfalt im Ausfüllen nöthig, doch lässt sich dann das Ausweichen der Brettchen beim späteren Verkeilen nie ganz vermeiden.

Wenn an eine obere Etage angeschlossen werden soll, so muss man die Lage des unteren Keilkranzes mit Rücksicht auf die Höhe des Gebirges bestimmen; kann der hiernach ermittelte Punkt wegen Beschaffenheit des Gebirges nicht gewählt werden, so muss man den letzten Segmentring in der entsprechenden Höhe besonders giessen lassen; kleinere Differenzen können durch die Dicke der Füllbrettchen ausgeglichen werden.

Die Löcher in den Segmenten der drei untersten Ringe werden sogleich mit Spunden geschlossen, damit sich der Bergeversatz über dem Keilkranz dichter setzt.

Das Aufbauen der Segmentringe, sowie das demnächst folgende Verkeilen geschieht von den Engländern mit Hilfe einer fliegenden Bühne (cradle), welche an zwei starken Tauen mittelst eiserner Bügel hängt; sie lässt sich aufklappen für den Schachttheil, wo schon ein Schachtscheider vorhanden ist, und hat Ausschnitte für die Pumpe; die Taue handhabt man mittelst Erdwinden, welche mit einem Pferde bespannt sind.

Das Verkeilen der Fugen geschieht mit Plattkeilen, welche gewölbte Flächen haben, etwa (4 Zoll) 105 Millimeter lang, ($1\frac{1}{2}$ Zoll) 39 Millimeter breit, ($\frac{3}{8}$ bis $\frac{1}{2}$ Zoll) 10 bis 13 Millimeter dick aus feinfaserigem Fichtenholz geschnitten sind. Gleichzeitig erfolgt das Verspunden der Löcher in den Segmenten mit Ausnahme der obersten und der im vierten Ringe von unten. Das Verkeilen beginnt von Unten her bis zu den obersten Fugen, worauf eine zweite Verkeilung in derselben oder auch umgekehrten Richtung folgt, dann verspündet man die Löcher von Unten nach Oben und zuletzt, wenn die Wasser aus denselben ausfliessen, auch die obersten. Nicht vollständig einzutreibende Keile werden abgehauen und abgeschlichtet. Die Spunde picotirt man wohl durch kreuzweis eingesetzte Keile. Schliesslich werden etwa noch undicht gebliebene Stellen von Neuem verkeilt.

Die Anbringung von Luftröhren hinter der Cuvelirung ist in England vielfach üblich, sie werden dann von jeder Abtheilung im Schachte in die Höhe geführt. Aehnliche Röhren werden auch wohl da angeschlossen, wo ein sehr verschiedener Wasserdruck in den oberen und unteren Gesteinschichten beobachtet oder vermuthet wird, um den Druck über und unter dem Keilkranz auszugleichen. Diese Röhren scheinen indess nicht nöthig zu sein, jedenfalls nehmen sie sehr viel Raum im Schachte fort.

Beim weiteren Abteufen bleibt unter dem Keilkranz eine Gesteinbrust stehen, welche beim Heraufkommen der neuen Etage weggenommen wird, so weit als die Flangenbreite der tubs es erfordert.

Die Dimensionen der Segmente sind beispielsweise auf Hibernia in dem (11,63 Fuss) 3,5 Meter weiten Schacht folgende:

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| in 40,0 | Meter | Tiefe | 610 | Millimeter | Höhe, | 15 | Millimeter Dicke |
| „ 56,0 | „ | „ | 610 | „ | „ | 19 | „ „ |
| „ 83,6 | „ | „ | {610<br>450 | „<br>„ | „}<br>„} | {19<br>19 | „ „}<br>„ „} |
| „ 105,5 | „ | „ | 450 | „ | „ | 22 | „ „ |
| „ 119,25 | „ | „ | 300 | „ | „ | 22 | „ „ |

Greenwell giebt dafür die Formel

$$x = 0{,}03 + \frac{PD}{50000}$$

an, worin x die gesuchte Stärke in Fuss, P der Druck oder die vertikale Tiefe in Fuss, D den Durchmesser in Fuss bedeutet; für das Metermaass umgerechnet erhält die Formel die Gestalt

$$x = 0{,}0094 + \frac{PD}{16000}$$

und giebt die Stärke zu:

| bei einer Tiefe von | bei einem Durchmesser von 3 Meter | 3,5 Meter | 4 Meter | 4,5 Meter |
|---|---|---|---|---|
| 20 Meter | 1,31 Centimet. | 1,38 Centimet. | 1,44 Centimet. | 1,50 Centimet. |
| 40 " | 1,69 " | 1,82 " | 1,94 " | 2,06 " |
| 80 " | 2,44 " | 2,69 " | 2,94 " | 3,19 " |
| 120 " | 3,19 " | 3,57 " | 3,94 " | 4,33 " |

Die Formel ist aber ersichtlich nicht rationell construirt und giebt, weil sie auf Verstärkungsrippen keine Rücksicht nimmt, gegen das Beispiel von Hibernia zu grosse Resultate. Atkinson will, wenn auf die ungleiche Druckvertheilung keine Rücksicht genommen wird, folgende Formel anwenden

$$x = \frac{6\,d}{\frac{k}{p} - 1}$$

wo x die Stärke in Zollen, d den Durchmesser in Fussen, k den Festigkeitsmodul für Gusseisen, p den Druck auf dem Quadratzoll bezeichnen; bei $\frac{1}{6}$ Sicherheit nimmt er 15000 Pfund auf den Quadratzoll für k, setzt noch $\frac{1}{8}$ als Constante hinzu und berechnet für 100 fathoms Tiefe F, wo $p = 2{,}6$ F eingeführt wird, und für 14 Fuss Durchmesser

$$x = 1{,}607 \text{ Zoll englisch}$$
$$= 4{,}06 \text{ Centimeter.}$$

Er will aber schliesslich achtfache Sicherheit, also k nur zu 12000 Pfund berücksichtigen und auch die ungleiche Vertheilung des Drucks in Betracht ziehen, wo alsdann

$$x = 1{,}907 \text{ Zoll englisch}$$
$$= 4{,}82 \text{ Centimeter}$$

wird. Als Minimum will er für enge Schächte ($\frac{1}{2}$ Zoll) 1,27 Centimeter für weite ($\frac{5}{8}$ Zoll) 1,59 Centimeter Stärke angewendet wissen.

Combes[130]) giebt die Formel bei Metermaass an zu

$$x = \frac{GHR}{6000000}$$

oder da G = 1000 Kilogramm

$$x = \frac{HR}{6000}$$

wobei eine Belastung von nur 600 Kilogramm auf den Quadratcentimeter, also mehr als 10fache Sicherheit angenommen ist.

Die oben S. 532 für die Stärke der Mauer ermittelte Formel

$$x = \frac{100\,rh}{10k - h}\ .$$

---

[130]) Combes a. a. O. t. II. pag. 44.

welche auch die Differenz zwischen äusserem und innerem Durchmesser berücksichtigt, ist auch hier anwendbar; bei der geringen Dicke, also der unbedeutenden Differenz beider Durchmesser, kann man indess den Unterschied zwischen R und r vernachlässigen und einfach setzen

$$x = \frac{rh\gamma}{100k} = \frac{10\,rh}{k}$$

die Formel wird aber passend so umzugestalten sein, dass man, ähnlich wie bei Wasser- und Dampfleitungsröhren, eine Constante zugiebt. Es ist aber die zulässige Belastung von Gusseisen bei Maschinentheilen, wenn rückwirkende und relative Festigkeit beansprucht wird, zu 512 Kilogramm anzunehmen, für stabile Constructionen aber 768 Kilogramm; als Constante ist $^1/_3 = 0{,}333$ Centimeter zu nehmen, so dass sich ergiebt

$$x = \frac{10\,rh}{512} + 0{,}333$$

dies ergiebt beispielweise für 3 Meter Durchmesser

bei 40 Meter Tiefe $x = 1{,}505$ Centimeter
„ 120 „ „ $x = 3{,}849$ „

Uebrigens ist die hier angenommene Belastung noch geringer, als die von Combes; ausserdem wird man bei den praktischen Erwägungen auf die Verstärkungsrippen und deren grösseren Einfluss auf die Stärke bei geringerer Segmenthöhe Rücksicht zu nehmen haben.

Die Wasserhaltung erfolgt stets durch fliegende Sätze, welche frei im Schachte hängen. Muss man bei grösserer Tiefe eine Pumpe fest verlagern, so giesst man besondere Segmente mit Kasten oder Nieschen, verlegt zwei derselben zur Aufnahme von Querlagern nahe über einander und steift diese Lager durch Streben ab;[131]) den erforderlichen Halt giebt man, indem man eine gehörige Zahl von Keilkränzen unmittelbar unter diesen Lagern einschaltet. Aehnlich ist es auch auf Hibernia geschehen.[132])

Das Auswechseln der Segmente kann, obwohl dieselben vor dem Einbau sorgfältig untersucht werden, dennoch nothwendig werden; man öffnet dann die Löcher des betreffenden und des darunter gelegenen Segmentringes, damit die Wasser ablaufen, meisselt dann die Verkeilung heraus, so dass man das Segment leicht beseitigen kann, alsdann setzt man ein neues ein und verkeilt dies wiederum.

Mehre Keilkränze über einander legt man nur bei nicht sehr festem Gebirge, verkeilt dann aber jeden für sich; bei hohen Absätzen spannt man auch wohl in der Mitte noch einen Keilkranz ein.

Zur Anbringung der Schachtzimmerung dient die Füllung der Fugen. Auf Hibernia wurde an dieser eine (4zöllige) 105 Millimeter starke Wandruthe angenagelt, daran befestigte man horizontal (3zöllige) 78 Millimeter dicke gefugte Bohlen und setzte vor diese eine zweite Wandruthe, so

[131]) Ponson t. I. p. 448.
[132]) v. Dücker a. a. O. Bd. 5. B. S. 75.

dass also der aus auf einander gelegten Bohlen bestehende Schachtscheider an seinen beiden Enden von je 2 Wandruthen eingefasst ist. Auf Rhein-Elbe brachte man zwei (6 bis 7 Fuss) 1,883 bis 2,197 Meter lange, (10 Zoll) 262 Millimeter breite, (3 Zoll) 78 Millimeter starke Wandruthen neben einander an und versah dieselben mit Einschnitten von (4 Zoll) 105 Millimeter Breite, (8 Zoll) 209 Millimeter Höhe, so dass eine Art Bühnloch von (8 Zoll) 209 Millimeter im Quadrat entsteht, in welches die Einstriche eingelegt werden.

In ausziehenden Schächten, namentlich wenn ein Wetterofen darunter steht, ist eine Sicherung der Cuvelage erforderlich. Im letztern Fall soll nach Dunn die Dauer der Cuvelage nur 10 Jahre betragen, zu Epleton bei Durham musste man nach 15 Jahren eine neue, engere Cuvelage einsetzen.[133]) Die Sicherung geschieht[134]) entweder durch Annageln eines Futters von (2zölligen) 52 Millimeter starken Brettern oder durch Ziegelmauerung von etwa (4 Zoll) 105 Millimeter Stärke und gehörig keilförmig gearbeiteten Ziegeln.

Die hier beschriebene englische Abteufungsmethode fängt an, sich auch auf dem Festlande einzubürgern, denn nicht nur in Westfalen ist sie auf den von Engländern betriebenen Gruben eingeführt, sondern auch auf den beiden fiskalischen Gruben in Oberschlesien ist beim Abteufen neuer Schächte die Methode mehr oder weniger adoptirt worden.

In einzelnen Fällen hat man in neuerer Zeit ausnahmsweise auch tubbings aus Stahl angewendet.[135])

Von Interesse ist die Anwendung der eisernen Cuvelage auf dem Schacht St. Max der Steinkohlenconcession Carling in Deutsch-Lothringen.[136]) Daselbst war bis zur Tiefe von 159,88 Meter durch eine eichene Cuvelagezimmerung mit polygonalem Querschnitt von 18 Seiten wasserdicht ausgekleidet und zur grösseren Stabilität der Zimmerung von 79,94 Meter ab ausserdem noch mit einer eisernen Armatur versehen worden. Der Abschluss war insoweit gelungen, dass man den Schacht weiter abteufen und in einer Tiefe von 207,80 Meter zur Kohlengewinnung übergehen konnte. Bald aber zeigten sich Undichtigkeiten in den Verbindungsstellen der Zimmerung, welche nur durch eine sehr sorgfältige, erneuerte Calfaterung beseitigt werden konnten, so dass 4 Jahre hindurch eine ernstliche Unterbrechung des Betriebes nicht stattfand, bis plötzlich in der Tiefe von 144 Meter die Wasser mit solcher Kraft durchbrachen, dass der inzwischen bis 355 Meter vertiefte Schacht bis 280 Meter Höhe sich mit Wasser er-

[133]) Ponson t. I. p. 449.

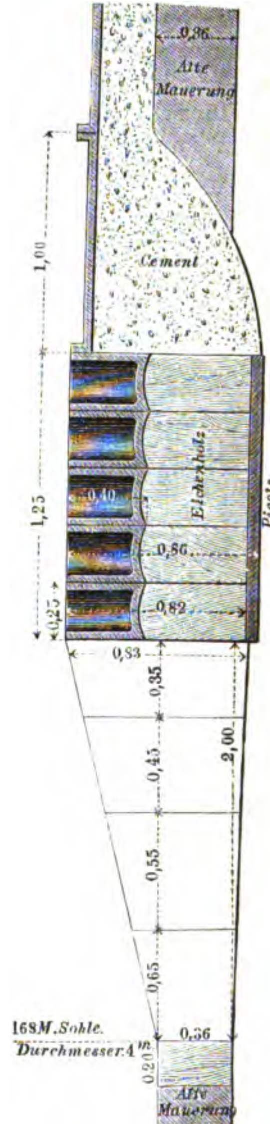
[134]) Greenwell a. a. O. p. 137.

[135]) Berggeist. Köln 1871. S. 455. — Glückauf. Essen 1871. No. 38.

[136]) Barré: Notice sur le nouveau cuvelage du puits de Carling in Annales des mines. Paris 1870. t. 17. p. 367. — Chavatte: description et pose du cuvelage en fonte du puits St. Max à Carling in Bulletin de la société de l'industrie minérale. Paris. t. 15. p. 179.

füllte. Eine nochmalige Kalfaterung genügte zwar zur Wiederaufnahme des Betriebes, welcher aber fortdauernd durch starke Wasserzuflüsse bedroht war, so dass die Pumpen schliesslich nicht mehr zur Wältigung genügten und man sich entschloss die Production gänzlich einzustellen und innerhalb der alten Zimmerung eine eiserne Cuvelage einzubringen.

Fig. 273.

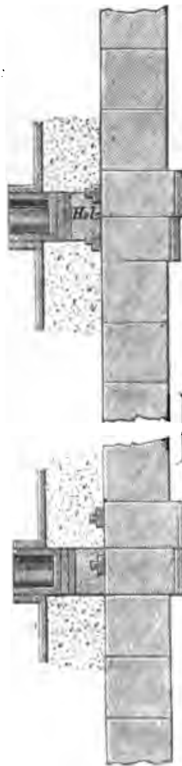



Die hölzerne Picotagezimmerung beginnt, wie oben bemerkt, bei 159,88 Meter Tiefe. Den eisernen Ausbau fundirte man bei 168 Meter Tiefe (Fig. 273) auf einen kreisrunden Kranz von Werkstücken von 2 Meter Höhe, welcher mittelst eines 0,20 Meter hohen und 0,36 Meter breiten Ringes von Eichenholz auf der alten Schachtmauer aufruht. Die Böschung der Werkstücke nach dem Innern des Schachtes beträgt so viel, dass dadurch der Schachtdurchmesser von 4 Meter auf 3,20 Meter verengert wird; auch nach den Schachtstössen zu haben die Werkstücke eine geringe Neigung, so dass die Dicke der Werkstücksmauer, welche unten 0,36 Meter beträgt, oben bis auf 0,83 Meter anwächst. Auf dieser Steinbasis bei 166 Meter Tiefe des Schachtes sind 5 gusseiserne Picotagejöcher von 0,25 Meter Höhe und 0,40 Meter Breite aufgelagert, auf welche 5 gusseiserne Cuvelageringe, jedes von 1 Meter Höhe, folgen, deren obere Kante den Fuss der alten Holzcuvelage erreicht. Hierauf wollte man wiederum Picotagejöcher legen, unterliess dies aber, weil Eile Noth that, und begnügte sich mit der Fortführung der Cuvelageringe. Jeder dieser Ringe besteht aus 4 Segmenten, sie sind mittelst Bolzen mit einander verbunden, deren 12 sich in dem flanschenartigen Rande jedes Segmentes befinden; auch die vertikalen Fugen der Segmente, von denen das eine mittelst Falz über das andere greift, sind durch 4 Bolzen befestigt. In die horizontalen, wie vertikalen Fugen wird eine Bleiplatte von 3 Millimeter Dicke zur Dichtung eingebracht. Jedes Segment hat in der Mitte zum Durchlassen der Wasser ein Loch, welches später mit einer Schraubenspindel verschlossen wurde. Die Segmente der Cuvelageringe nehmen allmälig in der Dicke von 1,045 Meter

bis zu 0,037 Meter in 5 Absätzen, also jedesmal um 2 Millimeter ab. Die Segmente der Picotageringe, deren jeder 6 Stück enthält, haben eine Eisenstärke von 0,035 Meter; die horizontalen Flanschen der obersten Segmente, auf welche sich die Cuvelageringe aufsetzen, sind behobelt und dabei der äussere Rand 0,002 Meter niedriger als der innere, um eine Verschiebung der aufliegenden Segmente zu verhindern. Die horizontalen und vertikalen Fugen der Picotagesegmente sind mittelst Blättchen von Eichenholz gedichtet.

Die Segmente eines Cuvelageringes wurden gleichzeitig in den Schacht eingehängt und verloren auf ihren Platz gebracht; nachdem die Bleidichtung in die vertikalen Fugen eingelegt war, zog man die 4 Bolzen jeder Fuge an, wobei man mit Sorgfalt darauf sehen musste, dass die genaue horizontale Lage des Ringes beibehalten wurde. Alsdann lüftete man den Ring um 0,50 Meter bis 0,60 Meter und brachte Holzklötze von dieser Dicke in die Lücke, presste demnächst die überall 0,01 Meter hervorstehenden Bleiplatten auf der äusseren Seite mit einem Meissel in die Fugen, legte die Bleiplatte auf den oberen Rand des unteren Ringes und senkte den in der Einbringung begriffenen Ring wieder herunter, worauf die Bolzen für die horizontalen Flanschen angebracht und die Bleiplatten auf der innern Seite eingedichtet wurden. Endlich goss man hinter den eingelegten Ring eine Betonmasse, welche zu zwei Dritteln aus Cement von Vassy und zu einem Drittel aus Kalk gemischt war, in einer Stärke von 0,02 Meter.

Fig. 274.



Die Cuvelage ist mehre Male und besonders an der Stelle, wo bei 144 Meter Schachttiefe die Hauptwassermenge zusitzt, von Picotageringen unterbrochen, welche sich an die Picotagejöcher der alten Zimmerung anlehnen. Fig. 274 zeigt die verschiedenen Anordnungen, je nachdem der neue Ring unmittelbar vor eine oder zwischen zwei Armaturen der alten Zimmerung zu liegen kam. Diese Picotageringe, welche nicht bestimmt waren die Wasser Schritt für Schritt zurückzuhalten, sondern eine Unterlage für das Gewicht der Cuvelage zu geben, wiederholten sich in angemessener Höhe vor den alten hölzernen Picotagejöchern.

Diese von Zeit zu Zeit durch Picotageringe unterbrochene Cuvelage wurde bis 72 Meter im Schachte hinaufgeführt; sie wurde beendet mittelst einer Reihe von hölzernen Cuvelagejöchern in Höhe von 1,40 Meter, auf welche 2 Picotagejöcher in Holz, jeder von 0,25 Meter folgten; auf diese brachte man eine gesimsartige Krönung, welche gegen die alte Cuvelage-

zimmerung befestigt wurde und weiter höher 36 eichene Bohlen von 1,50 Meter Höhe, welche mittelst Bolzen an die alte Zimmerung befestigt wurden; zwischen die Bohlen und die Krönung spannte man Stellschrauben ein, um einen kräftigen Druck auszuüben, was aber nicht genügte, um die Wasser vollständig abzusperren. Deshalb brachte man an dieser Stelle eine Kautschukdichtung an, welche man gegen die eichenen Bohlen absteifte und erzeugte dadurch einen solchen Druck, dass die Wasser vollständig abgesperrt wurden.

Ein Vergleich des Ausbaues in Holz, Mauerung und Eisen ergiebt, dass sich Holz und Eisen ohne Schwierigkeit stückweise einbringen lassen, und dass dadurch die Wasserhaltung wesentlich erleichtert wird; dieselben lassen sich nach der Ausführung verdichten und auswechseln, sie sind aber dem Verderben ausgesetzt und für gewisse Verhältnisse theurer, als Mauerung. Dagegen kann die an und für sich billigere Mauerung durch begleitende Umstände, wie schwerköstige Wasserhaltung während des Abteufens, provisorische Zimmerung, Zeitverlust beim Erhärten der Mauer und dem nachherigen Auspumpen der Wasser, theuer werden, sie lässt ferner eine spätere Verdichtung nicht zu und birgt viele Ursachen des Misslingens; wenn sie aber gelungen, so ist sie von fortwährender Dauer und erlaubt auch ausserdem grössere Dimensionen der Schächte zu nehmen, als bei Holz und Eisen angemessen scheint.

## D. Bohrschächte und deren Cuvelirung.

Die vorstehend behandelten Verdichtungen in Holz, Eisen und Mauerung setzen voraus, dass während des Abteufens und während der Verdichtungsarbeiten Wasserhaltung stattfindet, weil sie, auch wenn absatzweise ausgeführt, eines Fundaments bedürfen und von Unten nach Oben aufgebaut werden müssen; am grössten ist diese Wasserhaltung bei der Mauerung, weniger beim Ausbau in Holz und Eisen, kann aber auch hierbei sehr ansehnlich werden. Das Kind'sche Verfahren der Bohrschächte und nachheriger Cuvelirung bezweckt, die Wasserhaltung zu umgehen; neben diesem Hauptzweck geht die Absicht, die Abteufungsarbeiten durch Bohren weiter Schächte zu ersetzen. Der Schachtraum wird in todten Wassern hergestellt, die Cuvelage von Oben eingelassen, dann erst werden die durch sie abgeschnittenen Wasser gesümpft. Dabei kann die Form der Schächte selbstredend nur die runde sein. Klar ist, dass zunächst das Verfahren nur von Vortheil sein kann, wenn die Cuvelage gelingt, da der Effect der Bohrarbeit nach den bisherigen Erfolgen noch dem des gewöhnlichen Abteufens wohl nachsteht, dass daher die Anwendung nur Platz greifen sollte, wenn man es mit ausserordentlich grossen Wassermengen zu thun hat, dass endlich das Gelingen an eine derartige Standhaftigkeit des durchbohrten Gebirges gebunden ist, welche während des Bohrens

Unterstützung entbehrlich macht, wobei allerdings der Gegendruck der innern Wasser einigermassen zu Hilfe kommt. Deshalb ist die Ausführung der Methode nicht oft unternommen und immer zur Erteufung von Steinkohlengebirge unter wasserreichen jüngeren Bedeckungen.

Zuerst wurde das Verfahren von Kind selbst, welcher sich dasselbe hatte patentiren lassen, im Jahre 1849 im französischen Moseldepartement zu Schönecken bei Styringen unweit Saarbrücken angewendet, ebendaselbst wurden zwei Schächte von einer Actiengesellschaft in Angriff genommen, eine dritte Arbeit führte Kind auf König Leopold bei Gelsenkirchen aus. In allen diesen Fällen ist zwar das Schachtbohren, dessen Idee übrigens schon Combes im Jahre 1844 ausgesprochen hat und viele Andere z. B. Kindermann in kleinerem Massstabe schon früher bei Schurfschächten ins Werk setzten, selbst gelungen, nicht aber die Cuvelirung, zu welcher man in allen drei Fällen fassartig zusammengesetzte Zimmerung nahm, die nur im dritten durch Eisenringe im Innern verstärkt wurde.

Von den in seinem Patente enthaltenen Verfahren, mit Gusseisen zu cuveliren, hat Kind selbst keinen Gebrauch gemacht; mit dem besten Erfolge, bei sonst nur unbedeutenden Abänderungen der Methode ist dies in Belgien geschehen, wo man sich seit dem Jahre 1854 überhaupt die weitere Verfolgung des Kind'schen Verfahrens angelegen sein liess; insbesondere gebührt Chaudron das Verdienst, zu St. Vaast im District du Centre und im Felde der Gesellschaft von Péronnes zwei Schächte, neuerdings auch auf der Zeche Dahlbusch bei Gelsenkirchen, ferner zu Maurange bei Mons, auch für die Gesellschaft Escarpelle am Kanal von Haute-Deule in Belgien, Schächte vollständig gelungen hergestellt zu haben. Auch in England fängt man an, dieser Abteufungsmethode ein grösseres Augenmerk zuzuwenden. Das Verfahren von Chaudron soll bei der Darstellung im Allgemeinen zum Anhalten genommen werden.[136])

Die Methode besteht darin, dass zunächst ein enges Bohrloch vorgestossen wird, dies erweitert man zum Bohrschacht, und schliesslich setzt man die Cuvelage ein. Bei dem Schachte zu Péronnes hat man das Vorbohrloch 10 Meter tief niedergebracht, demnächst die oberen 5 Meter erweitert, ferner 5 Meter vorgebohrt u. s. f., so dass das Vorbohrloch immer

[136]) Ponson t. I. p. 324. 450. — Haardt: die Kind'sche Bohrmethode auf König Leopold in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 6. B. S. 163. — Annales des mines. Série 5. t. 18. p. 435; Série 7. t. 12. p. 185. t. 16. p. 371. — Dr. C. Hartmann, allgem. Berg- u. Hüttenm.-Ztg. Quedlinburg 1861. S. 313. — Berg- u. Hüttenm.-Ztg. von Bornemann u. Kerl. Freiberg 1862. S. 402. 1863. S. 48. — v. Sparre in Berg- u. Hüttenm.-Ztg. von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1865. S. 1. — Ebenda. 1869. S. 159. — „Glückauf", Berg- u. Hüttenm.-Ztg. Essen 1867. No. 46. — Chaudron: fonçage des puits à niveau plein (Procédé Kind et Chaudron) in Annales des travaux publics de Belgique. Bruxelles. t. 25. p. 45. Ebenda. t. 27. p. 135. — Chaudron's shaft sinking apparatus in the Mechanics' Magazine. London. Vol. 90. p. 350. — The Mining Journal. London 1872. S. 253. 225. — Berggeist. Köln 1872. S. 165.

10 Meter vorausgehalten wurde, was für das Löffeln sehr vortheilhaft war. Das Vorbohrloch hat den Zweck, das Bohrmehl aus dem Hauptbohrloch aufzunehmen, damit die Sohle des Letzteren immer möglichst frei davon gehalten wird und der Meissel direct auf frisches Gestein wirken kann. Dabei wird der Sohle des Bohrschachtes durch die Stellung der Meissel eine etwas trichterförmige Gestalt gegeben, damit das Bohrmehl um so leichter dem Vorbohrloch zugeführt wird. Aus dem Letzteren wird das Bohrmehl von Zeit zu Zeit beseitigt.

Dimensionen. Der erste Schacht zu Styringen war 100 Meter tief, 4,25 Meter weit, die Cuvelage hatte im Lichten 3,50 Meter, ihre Dicke unten betrug 0,25 Meter, oben 0,15 Meter, also die des ringförmigen Raums unten 0,50 Meter, oben 0,60 Meter. — Der Schacht auf König Leopold hat eine Tiefe von (54 Lachter) 113 Meter, das Vorbohrloch war (54 Zoll) 1,412 Meter, der Bohrschacht (14 Fuss) 4,394 Meter, die Cuvelage im Lichten (11 Fuss 2 Zoll) 3,5 Meter im Durchmesser weit. — Einem neueren Schachte auf der Steinkohlengrube Dahlbusch bei Gelsenkirchen in Westfalen gab man bei einer Tiefe von (50 Lachtern) 33,347 Meter. einen Durchmesser von (14 Fuss) 4,394 Meter, dem Vorbohrloch einen solchen von (52 Zoll) 1,37 Meter, die Cuvelage ist (11 Fuss 8 Zoll) 3,650 Meter im Lichten weit.[137]) — Zu St. Vaast hatte der 98 Meter tiefe Schacht 4,25 Meter, die Cuvelage 3,65 Meter, das Vorbohrloch 1,37 Meter Durchmesser; zu Péronnes war der Schacht 105,20 Meter tief, 2,32 Meter weit, während das Vorbohrloch 0,37 Meter Durchmesser hatte.

Die Construction der Bohrer ist im Wesentlichen gleich für das Vorbohrloch, wie für den Bohrschacht. In ein Gerippe, welches für den Schachtbohrer zuletzt ganz aus Gussstahl bestand, wird eine Reihe Meissel mit konischem Zapfen und vorgeschlagenem Splint eingesetzt; beim grossen Bohrer lässt man die mittleren Meissel, welche auf das Vorbohrloch treffen würden, fort, der kleine Meissel hat oben Arme mit Querschneiden, welche der Rundung des Schachts entsprechen. Solche Arme gab Kind auch dem Bohrer für den Schacht, Chaudron lässt sie fort und setzt an deren Stelle eine Lehre. Ausserdem erhalten beide Bohrer Führungen, welche bei dem grossen Bohrer aus gekreuzten Balken bestehen, deren einer bebewegliche Enden hat, so dass sie durch Seile, welche auf der Bohrbühne über Haspel gehen, aufgezogen werden können; diese Führung bleibt während des Bohrens unbeweglich, indem die Bohrstange durch sie hindurch geht. Der kleine Bohrer dagegen hat eine bewegliche Lehre, aus vier Armen bestehend, welche sich nach der Bohrlochsperipherie zurückbiegen. Der grosse Bohrer hat mit seinen Nebentheilen ein Gewicht von 14000 Pfund. Ueber demselben ist zur Vermeidung von Brüchen eine Rutschscheere angebracht. Der Ingenieur Sontag zu St. Louis am Missisippi in Nordamerika hat folgende Construction angegeben.[138]) Am unteren Ende eines starken

[137]) Berggeist. Köln 1871. S. 591.
[138]) Ebenda. 1872. S. 205. — Glückauf. Essen 1872. No. 19.

eisernen Gestänges von gewöhnlicher Construction befindet sich eine Scheibe, welche sich ungehindert im Bohrschachte auf- und abbewegen kann und welche für das unmittelbar darunter befindliche Freifallstück, wie das Hütchen am Kind'schen Freifallapparat wirkt. Das angewendete Freifallstück bietet nichts Besonderes in seiner Construction dar; es greift der an dem Obergestänge sitzende Theil desselben beim Aufgange des Gestänges mit Nasen unter die Ohren des unteren Theils, welche durch den beim beginnenden Niedergange des Gestänges auf das Hütchen sich äussernden Stoss des Wassers gelöst werden. Der Hub beträgt nur 55 Centimeter, genügt aber bei dem grossen Gewicht des Untergestänges. Dieses besteht aus sechs Bohrstangen von 13 Centimeter Stärke im Gevierte und 4,708 Meter Durchschnitts-Länge; unter dem Freifallstück ist ein aus 2 eisernen, vierkantigen Stäben bestehendes Kreuz angebracht, dessen Arme dem Halbmesser des Bohrschachtes entsprechen. Die beiden oberen Arme des Kreuzes enthalten je 3 Löcher, in welche die 6 Bohrstangen eingelassen und mit Keilen befestigt werden. Drei Riegel, welche parallel den oberen Kreuzarmen angebracht werden, und zwei Streben geben dem Gestell den nöthigen Halt. Die beiden äusseren Bohrstangen sind die kürzesten, sie nehmen nach Innen an Länge zu, so dass eine durch ihre Endpunkte gezogene Linie der trichterförmigen Sohle des Bohrschachtes entspricht. Am unteren Ende sind die Bohrstangen so eingerichtet, dass die Meissel eingesetzt und leicht ausgewechselt werden können. Auf jeder Seite des Gestells sitzen 3 Meisselschneiden mit 30 Grad Ansteigen vom Innern zur Peripherie. An dem unteren Arme des Kreuzes, welcher gegen die Riegel abgestrebt ist, sind auf beiden Seiten Meissel eingelassen, welche zur Lehre des Bohrgestells dienen und zugleich die Stösse des Bohrschachtes zuführen. Ueber die Anwendung des Apparats und dessen Erfolg werden keine Mittheilungen gemacht.

Die Bohrstangen von Kind bestehen aus Tannenholz, haben 0,15 bis 0,16 Meter im Quadrat Querschnitt und sind 15 Meter lang, sind auch wohl aus zwei Stücken zusammengesetzt; sie erhalten zur Vermehrung der Stabilität den nöthigen Eisenbeschlag und je zwei Stangen werden durch Schraubenschlösser verbunden.

Als Motor zum Bohren dient eine einfach wirkende, stehende Dampfmaschine, welche direct an einen Schwengel angreift. Der Kopf des letzteren ist etwas abgerundet, sein Lastarm ist 3,35 Meter, der Kraftarm 3,67 Meter lang, er besteht aus einem unteren Balken von Rothbuchen und einem oberen von Tannenholz, ist 0,75 Meter hoch, 0,35 Meter breit; seine Zapfen liegen in offenen Lagern, so dass der Schwengel sich verlegen lässt. Die Kolbenstange ist durch Ketten mit dem Schwengel verbunden. Der Durchmesser des Cylinders beträgt 0,60 Meter, der längste Hub 1 Meter, so dass bei 4 Atmosphären Ueberdruck eine Last von 10000 Kilogramm gehoben werden. Am Kopf des Hebels ist eine Stellschraube mit Wirbel, wie beim Bohren grösserer Bohrlöcher, angebracht; das ver-

längerte Schwanzende schlägt unten gegen eine Prellfeder, von welcher Schienen nach Oben gehen, die hier verbunden sind und dadurch auch eine obere Prellfeder bilden.

Zum Löffeln dient eine rotirende Dampfmaschine von 20 Pferdekräften und ein am Seile hängender Löffel, dessen Dimensionen dem engeren Bohrloche entsprechen; Chaudron zieht das Löffeln am Gestänge vor. Kind benutzt ein rechenartig construirtes Kratzinstrument, um den Bohrschmand vor der Sohle des Schachtes in das kleine Loch und demnach in den darin hängenden Löffel einzukratzen, was Chaudron wegen der leichten Zerbrechlichkeit dieses Instruments für gefährlich hält; gänzlich verwirft derselbe das bei Kind gebräuchliche Einhängen des Löffels in das kleine Loch während des Bohrens im Schachte, weil, wenn auch die Manipulation des Löffelns weniger oft wiederholt zu werden braucht, Gefahren für Brüche und Verstopfungen daraus erwachsen.

Die angewendeten Fanginstrumente bieten nichts Neues (vergl. oben S. 105).

Zu St. Vaast ist das kleine Bohrloch bis 135 Meter, der grosse Schacht bis 98 Meter in zusammen $12^1/_2$ Monaten hergestellt, wobei die Arbeit inzwischen noch 2 Monate ruhte; rechnet man die unteren 34 bis 35 Meter des kleinen Bohrlochs ab, welche andere Zwecke haben, so bleiben $8^1/_2$ Monate übrig, in denen 98 Meter des engen Bohrlochs und des Schachtes gebohrt wurden, so dass in beiden Bohrlöchern im Monat 7,40 Meter durchbohrt wurden, wofür man an Löhnen und Materialien 153 Thaler bezahlte.

Die Cuvelage wurde so hergestellt, dass zwischen ihrer äussern Begränzung und der Schachtwandung ein ringförmiger Raum frei blieb, welcher 0,20 bis 0,25 Meter weit war. Kind benutzte fassartig aus Dauben von Eichenholz zusammengesetzte Cylinder oder Kegel; zu Schönecken waren bei 3,5 Meter innerem Durchmesser die Fässer 2 bis 3 Meter hoch, 0,23 Meter stark, von Meter zu Meter mit eisernen Ringen von 0,10 Meter Höhe, ($4^1/_2$ Linien) 0,01 Meter Stärke von Aussen gebunden, an den Stossfugen zweier Fässer hatten diese Ringe aber eine Höhe von reichlich 0,30 Meter.

Auf König Leopold hatte man bei 3,5 Meter innerem und 4,4 Meter äusserem Durchmesser und einer Tiefe von 116,5 Meter 45 Fässer aus Eichenholz von 2,5 Meter Höhe und zwar von Unten nach Oben

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| bei | 113 | Meter | Tiefe | 6 | Fässer | zu | 60 | Dauben | 265 | Millimeter | stark |
| „ | 98 | „ | „ | 8 | „ | „ | 62 | „ | 242 | „ | „ |
| „ | 78 | „ | „ | 10 | „ | „ | 66 | „ | 235 | „ | „ |
| „ | 53 | „ | „ | 10 | „ | „ | 68 | „ | 222 | „ | „ |
| „ | 28 | „ | „ | 11 | „ | „ | 68 | „ | 222 bis 157 | „ | „ |

Die Dauben jedes Fasses sind in je (2 Fuss) 628 Millimeter Entfernung von beiden Enden durch Holzzapfen verbunden; in jedes Fass sind aussen 3 eiserne Ringe von (3,83 Zoll) 100 Millimeter Höhe und (0,76 Zoll)

20 Millimeter Stärke eingelassen. Die Enden der Dauben sind schwach eingekerbt und mit drei Lagen getheerter Leinwand belegt; an den Stossfugen sind nach Innen eingelassene Ringe von ($5\frac{1}{4}$ Zoll) 137 Millimeter Höhe und ($1\frac{1}{4}$ Zoll) 33 Millimeter Stärke angebracht, welche aus 3 mit Flangen versehenen Segmenten bestehen. Aehnliche Ringe sind zur Verstärkung der unteren Fässer, je nach der Tiefe 2 bis 4, angewendet.

Zu St. Vaast bediente man sich gusseiserner Cylinder, welche aus einem Stück gegossen sind, 1,5 Meter hoch, mit 3,85 Meter äusserem, (11,47 Fuss) 3,60 Meter innerem Durchmesser. Aussen sind die Cylinder platt, innen mit Flangen zum Zusammenschrauben versehen, zwischen den Flangen befinden sich zur Verstärkung horizontale Rippen, welche aber nicht so weit, wie die Flangen vorstehen; diese sind 70 Millimeter breit, 30 Millimeter dick und genau abgedreht; die Schraubenbolzen, deren 45 vorhanden sind, haben gleichfalls 30 Millimeter Dicke, sind von Mitte zu Mitte 250 Millimeter von einander entfernt. Zwischen den Flangen werden Bleibleche von 3 Millimeter Dicke gelegt, wobei man möglichst wenig Stärke zur Ausfüllung eines Ringes verwenden soll. Die Stärke ist berechnet nach der Formel in Metermaass

$$x = 0{,}02 + R.\frac{P}{500}$$

wo R den äusseren Durchmesser, P den Druck auf den Quadratcentimeter in Kilogramm bezeichnet; hiernach sollten

| | | | |
|---|---|---|---|
| die unteren | 15 Cylinder | = | 0,040 Meter |
| „ mittleren | 15 „ | = | 0,035 „ |
| „ oberen | 15 „ | = | 0,030 „ |

Stärke haben, man hat aber wegen Schwierigkeit der Anfertigung, welche später bei anderen Anlagen gehoben ist, nur unten 18 Cylinder aus Gusseisen und darüber vier Reihen zu je 7 Cylinder aus Blech mit folgenden Stärken eingebracht:

| | |
|---|---|
| 1. Reihe | 0,0175 Meter |
| 2. „ | 0,0150 „ |
| 3. „ | 0,0120 „ |
| 4. „ | 0,0100 „ |

Dieselben sind aus 1,5 Meter hohen, 1 Meter breiten Blechtafeln zusammengesetzt, welche mit doppelter Nietung an kleinen Flachschienen in den Längsfugen befestigt sind und zu grösserer Stabilität an den Enden gegossene Winkelkränze, ausserdem in der Mitte einen solchen Kranz erhalten. Im Allgemeinen sind aber Bleche nicht zu empfehlen, weil sie schneller rosten, auch die Nietung bei grösserer Dicke sich nicht ausführen lässt, allenfalls ist ihre Anwendung für obere Höhen statthaft, für welche man das Gusseisen nicht so dünn herstellen kann, als für den Druck genügen würde.

Um vor Rost zu schützen, werden die Cylinder aussen und innen

mit Menniganstrich versehen; der äussere Anstrich ist bei guter Betonirung überflüssig, verschwindet aber auch bei der Einbringung des Betons gänzlich. Ein Anstrich von Steinkohlentheer, der an sich billiger ist, dürfte sich eher empfehlen.

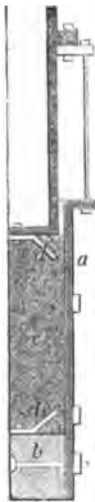
Die Cylinder müssen vor dem Einbau einer Probe unterworfen werden, die unteren auf 20 Atmosphären, die höheren bis auf 10 Atmosphären. Das Probirgefäss hat unten eine innere Flange, auf welche der Cylinder unmittelbar gestellt wird, oben eine äussere Flange in gleicher Höhe mit dem Cylinderkranz; darauf wird ein ringförmiger Deckel gelegt, welcher mit eisernen Klammern gehalten wird, weil auf das Zusammenstimmen der sonst nöthigen Schraubenlöcher nicht zu rechnen war; die Dichtung erfolgt am besten mit Hanf und Mennigekitt. Die Nothwendigkeit der Probe ist mehre Male constatirt, da namentlich die Blechcylinder trotz sorgfältigster Ausführung oft erst nach der zweiten und dritten Probe als dem Drucke entsprechend bezeichnet werden konnten.

Sehr schwierig ist der Anschluss des Fusses an das Gestein. Früher wurde er von Kind mittelst Beton, auf König Leopold, so auch von Chaudron mittelst einer Moosbüchse bewirkt. Kind verfuhr folgendermassen: unten wurde ein Tragekranz von Eichenholz, etwa 0,314 Meter stark, eingehängt, daran oder darauf befand sich ein gusseiserner Cylinder von etwas geringerem Durchmesser, als die Cuvelirung haben sollte, dieser Cylinder ist umhüllt mit Beton, welcher durch einen Kranz dünner Brettchen gehalten wird, deren Fugen mit Leinwand benagelt sind. Der Tragekranz wird mit dem darauf gestellten untersten Fass durch verschiebbare Anker oder Klammern verbunden, ausserdem ist etwas höher innerhalb dieses Fasses ein Boden aus zwei sich kreuzenden, starken Balkenlagen, die sich entweder auf ein Gestemme im Holze oder auf einen Eisenring stützen, angebracht. In der Mitte dieses Bodens ist eine Durchlochung vorhanden, auf welcher sich eine gusseiserne, cylindrische Büchse befindet, in der ein Kolben mit zwei nach Oben spielenden Ventilen eingebracht ist, der Deckel der Büchse hat entsprechende Oeffnungen; diese Vorrichtung soll dazu dienen, das Wasser allmälig in das Innere treten zu lassen und so das Sinken zu reguliren, was indess bei Holzcylindern kaum nöthig scheint. Dieses erste Verfahren erscheint mangelhaft, weil der für den Fuss angewendete Beton schon erhärtet, ehe die Hinterfüllung erfolgt, und weil das genaue centrische Einsenken der Fässer nicht in der Hand der Ausführenden liegt.

Deshalb benutzte man auf König Leopold eine Moosbüchse, in welche das unterste Fass eingesenkt wurde, und an welche mit Weglassung des Bodens Leitung durch 8 Anker angebracht ist, die, an Vorsprüngen des untersten Fasses verschraubt, über Tage Schraubenspindeln mit entsprechenden Muttern tragen und wie ein eisernes Bohrgestänge verlängert werden. Chaudron hängt die Moosbüchse mittelst 6 Anker ein, bringt aber wegen des bedeutenden Gewichtes auch einen Boden an, benutzt indess statt des

Kolbens die sogenannte Gleichgewichtsröhre. Der Cylinder zur Moosbüchse a in Fig. 275 ist 1,80 Meter hoch und ist an der inneren Seite auf einem hölzernen Tragekranz b befestigt, dessen äussere Seite ein Drahtnetz trägt, welches bestimmt ist, das um den Rand des Cylinders eingestopfte Moos c zu halten, dasselbe nimmt anfänglich eine Höhe von 1,10 Meter ein und wird schliesslich auf 0,20 Meter zusammengedrückt, was dadurch bewirkt wird, dass unter und über dem Moose Bleche d aus 5 Millimeter starken Eisen angebracht sind, welche Anfangs im Winkel von 30 bis 35 Grad stehen und durch den Druck der Wassersäule so gebogen werden, dass sie das Moos zusammendrücken und dadurch die Dichtung am Gestein bewirken. Der Boden wird von Chaudron etwa am dritten Cylinder angeschraubt; er hat eine nach Unten gewölbte Haube und besteht aus Gusseisen, die Haube trägt ein Eisenblechrohr von 0,3 bis 0,4 Meter Durchmesser, in welchem sich alle 7 bis 8 Meter Oeffnungen von 9 bis 10 Millimeter Weite finden, die für gewöhnlich durch Schrauben verschlossen sind, aber nach Bedürfniss geöffnet werden können.

Fig. 275.




Der untere Kranz besteht aus mehreren Segmenten mit 8, beziehungsweise 6 vorspringenden Ohren, in welche die Anker eingesetzt werden; die Anker sind 4 Centimeter stark und werden beim Einlassen durch 4 Meter lange Stücke verlängert, oben enden sie in 4 Meter lange Schraubenspindeln, mit denen sie in Schraubenmuttern greifen, die an der Peripherie ein Winkelrad haben und durch ein zweites eingreifendes Winkelrad mittelst Kurbel bewegt werden. Die obere Verbindung der Anker löst man am besten erst, wenn die Betonirung vollendet ist, weil sonst der Ausbau sich werfen könnte.

Wenn eine Fasshöhe fast niedergelassen ist, wird ein neues Fass mit dem bereits eingehängten Theile verbunden und in solcher Weise fortgefahren, bis die ganze Auskleidung niedergebracht ist. Bevor man aber auf die Sohle des Schachtes absetzen lässt, ist es gut, diese zu säubern, dies geschieht durch ein Kratzinstrument, welches man durch die Gleichgewichtsröhre einbringt; die Säubermassen gehen in das Vorbohrloch.

Wenn die ganze Fasssäule aufsitzt, so erfolgt das Betoniren, das heisst die Ausfüllung des hinter der Fassauskleidung freigebliebenen Ringes mit hydraulischem Mörtel. Derselbe wird in Löffeln aus Eisenblech, die dem ringförmigen Raum entsprechen, eingebracht, von denen stets mehrere im Gange sind. Der Löffel, welcher mit einem Bügel versehen ist, wird am Gestänge gehandhabt; im Innern befindet sich ein Kolben, dessen Stange durch den Bügel hindurch geht, an der Stange ist eine kleine Rutschschere angebracht, von der ein Seil zu Tage über einen Haspel führt; unten hat der Löffel einen drehbaren Boden, der durch ein Paar Riegel gehalten wird, die sich beim Niedergehen des Kolbens durch Anziehen an ein Paar Kettchen öffnen, was leicht erfolgen kann, wenn an

der betreffenden Stelle das Gestänge angehalten, das Seil aber noch in Bewegung gelassen wird. Vor dem Oeffnen lässt man den Löffel einige Male auf die frühere Füllung fallen, um dieselbe zusammenzudrücken.

Nachdem der Mörtel erhärtet ist, sümpft man die Wasser und sichert alsdann den Fuss noch mehr durch tiefer her hinaufgeführte wasserdichte Zimmerung.

Der neue Schacht auf Dahlbusch bei Gelsenkirchen im westfälischen Bezirk, welcher in einer Weite von 4,393 Meter abgebohrt worden war, erhielt eine Auskleidung von gusseisernen Ringen mit einem lichten Durchmesser von 3,65 Meter und einer Höhe von 1,5 Meter. Die Ausführung bietet keine Veränderung gegen das vorbeschriebene Verfahren; die Verdichtung des Fusses erfolgte durch eine Moosbüchse, die der Schachtstösse durch Ausguss mit Beton, welcher aus Trass, Wasserkalk, Sand und Cement bestand.[139])

Das Verfahren ist für jetzt nach den bisherigen Erfahrungen nur rathsam, wenn standhaftes Gebirge und starke Wasser vorhanden sind, wobei der Wasserdruck auf die Schachtwand der Stabilität zu Hilfe kommt.

Das Verfahren von Kindermann, weite fahrbare Schürf- und Wetterbohrlöcher herzustellen, ist bereits oben S. 100 beschrieben.[140])

Bei den Schachtbohrarbeiten von Mulot, welche schon im Jahre 1848 auf der Steinkohlengrube Hénin Liétard im nördlichen Frankreich[141]) ausgeführt wurde, schliesst die Holzcuvelirung aus Holzdauben konisch an das Gebirge an; die Hinterfüllung besteht unten aus Thon, in oberer Höhe aus Sand. Die Ausführung ist misslungen.

## E. Senkschächte.

Die Senkschächte dienen zum Durchteufen lockerer und loser, zugleich wasserreicher, sowie eigentlich schwimmender Massen; sie werden immer seiger niedergebracht.

Die Methode unterscheidet sich von der Abtreibezimmerung hinsichtlich der Ausführung dadurch, dass nicht unten, sondern oben die Verlängerung der Auskleidung stattfindet, hinsichtlich des Zweckes, dass neben der Abkleidung des Gebirges gleichzeitig die Absperrung der Wasser erfolgen soll. Während die Kind-Chaudron'schen Bohrschächte mit Bohrlöchern zu vergleichen sind, welche zunächst in standfähigem Gebirge niedergebracht und später mit Unterstützungs- oder Isolirungsröhren versehen werden, gleichen die Senkschächte denjenigen Bohrlöchern, bei

---

139) Berggeist. Köln 1871. S. 591.

140) Huyssen in Karsten und v. Dechen Archiv. 1854. Bd. 26. S. 65. — Beer: Erdbohrkunde. S. 325.

141) Dr. Hartmann, allgem. berg- u. hüttenm. Zeitg. Quedlinburg 1862. S. 352.

welchen das Einbringen der Röhren und das Ausräumen gleichzeitig oder unmittelbar nach einander in kurzen Intervallen erfolgt.

Die grössten und zahlreichsten Ausführungen dieser Art finden sich auf Steinhohlengruben, minder grossartig auf Braunkohlengruben, vereinzelt auch auf Steinsalzgruben, wie bei Erfurt.

Uebrigens ist noch zu unterscheiden, ob das wasserreiche, schwimmende Gebirge unmittelbar unter der Dammerde beginnt, oder ob die schwimmenden Massen in der Tiefe zwischen festem Gestein lagern. Das Letztere ist unter Anderem der Fall bei den torrents in der Gegend von Anzin und im westlichen Belgien, wo sich schwimmende Sandschichten zwischen dem Kreide und Steinkohlengebirge finden; das Durchsinken solcher Schichten ist sehr schwierig. Zuerst soll der erste Fall, als der allgemeinere betrachtet werden.

Die Arbeit des Senkens kann geschehen

I. mit Wasserhaltung

*a.* durch Pumpen,

*b.* durch comprimirte Luft;

II. ohne Wasserhaltung in todten Wassern.

Wenn Wasserhaltung angewendet wird, so erfolgt das Ausräumen der Massen durch Menschenhand und überhaupt durch Arbeiten auf der Sohle, im anderen Falle werden die Massen ausgebohrt oder vielmehr ausgebaggert mit Sackbohrern und das Sümpfen der Wasser erfolgt erst, wenn festes Gebirge erreicht, beziehungsweise der Abschluss bewirkt ist. Ob man die eine oder andere Methode wählt, ist einigermassen abhängig von der Beschaffenheit der Massen; bei der zweiten Art hat man den Vortheil, dass Gegendruck im Schachte, also grössere, wenn auch nicht absolute, Sicherheit gegen Durchbrüche vorhanden ist, die, wenn sie einmal entstanden, gefährliche Auskesselungen bis zu Tage veranlassen können, dagegen bietet diese Methode grosse Schwierigkeiten, wenn grobe Geschiebe vorkommen. Bei ansehnlicher Mächtigkeit der Schichten nimmt die Möglichkeit der Durchbrüche zu, doch hat man dann, wie bei anderen Schwierigkeiten, die Möglichkeit, aus der zweiten Methode in die erste überzugehen, wobei höchtens Zeitverlust eintritt; nicht aber kann man umgekehrt aus der ersten in die zweite Methode übergehen. Daher wird man bei grossen Tiefen und ausserdem bei sehr schwimmenden Massen, sowie bei solchen von nicht zu grobem Korn die zweite Methode, bei geringerer Mächtigkeit und dem Vorkommen vieler Geschiebe die erste Methode wählen, welche das Anbringen einer Vertäfelung auf der Sohle bedingt, die bei sehr schwimmenden Massen schwierig herzustellen ist, obwohl dies bei dem Verfahren von Guibal erreicht ist, welches indess nur lokale Bedeutung hat.

Als Material zum Ausbau dient Mauerung, Gusseisen, selten Schmiedeeisen, auch Holz und zwar fassartig oder auch jochartig zusammengesetzt.

Die Stärke des Ausbaues muss grösser sein, als bei Cuvelagen, da

nicht nur das Wasser abgesperrt, sondern auch dem Gebirgsdruck Widerstand geleistet werden soll; dieser Druck ist am bedeutendsten bei ganz homogenen schwimmenden Massen (fluides imparfaits), die gleichsam Flüssigkeiten von grösserer Dichtigkeit, als Wasser darstellen.

Die einzusenkenden Massen müssen unter allen Umständen eine glatte Aussenfläche haben, damit sie leicht sinken. Auch wenn dieser Vorschrift genügt wird, kann man bei ansehnlicher Mächtigkeit der Schichten oft nicht mit einem Satz durchkommen, so dass man einen zweiten, selbst dritten Senkschacht von engeren Dimensionen einschieben muss, wobei man mit dem Material wechseln kann, wie z. B. auf der Steinkohlengrube Rheinpreussen bei Ruhrort. Da in solchen Fällen wohl immer Ausräumen unter Wasser stattfindet, so hat man vollständige Analogie mit verrohrten Bohrlöchern und auch, wie bei diesen, die beiden Fälle, dass der zweite Senkschacht ganz durch den ersten reicht oder nur in dessen unteren Theil hineinragt, wo dann selbstredend eine Verdichtung des Zwischenraums eintreten muss. Hierauf hat man natürlich von vorn herein bei Bestimmung der Dimensionen Rücksicht zu nehmen.

Die geeignetste Form ist die runde, welche auch am besten zum Sackbohren passt; nur bei Mauern kommt die mit vier Bogen als Abweichung vor, welche aber nur für geringe Tiefen geeignet ist. Bei jochartiger oder ganzer Schrotzimmerung ist das regelmässige Polygon zu wählen, wie zu Mons oder nach der Guibal'schen Methode geschieht; äusserst selten und ganz local findet sich die rechteckige oder quadratische Form.

Das Sinken der Schachtbekleidung geschieht unter beständiger Wegförderung oder Ausräumung der abgeschnittenen Massen durch das eigene Gewicht derselben bei Mauern und Gusseisen, durch Belastung, indem man die Mauer höher aufführt, sie also schwerer macht, oder indem man sie oder das Eisen mit anderen Massen z. B. Roheisenmassen beschwert, durch Pressen mit Druckschrauben oder anderen ähnlichen Vorrichtungen, was man aber bei Mauern niemals anwenden darf, durch hydraulische Pressen, welche man gleichfalls nicht auf Mauern wirken lassen darf, durch Rammen, selten und nur bei geringem Durchmesser angewendet, so zu Chalonnes im Departement Maine et Loire. Zuweilen lässt sich das stockende Sinken wieder in Gang bringen, wenn man um den oberen Schachttheil im bereits abgetrockneten Gebirge mit Abtreibezimmerung niedergeht und dadurch einen Theil der Reibung beseitigt, wie es auf der Zeche Hansa bei Dortmund geschehen ist.[142])

Von Wichtigkeit ist der Abschluss am Fuss des Senkschachtes. Am günstigsten dafür ist söhlige Begränzung und darunter das Vorhandensein weicher thoniger Massen, am schwierigsten ist er bei geneigter Begränzung und festem Gestein zu erreichen. Bei solchen Anschlüssen ist

---

[142]) v. Dobeneck in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 7. B. S. 194.

mehrfach comprimirte Luft als Mittel zum Zurückdrängen der Wasser bis zur Erreichung eines wasserdichten Abschlusses angewendet worden, doch hat dies seine Gränzen. Ausserdem finden sich mancherlei andere Mittel.

Einrichtungen über Tage. Zunächst erfolgt gewöhnliches Abteufen durch die Dammerde und bedeckenden Schichten bis zu den lockeren Massen, beziehungsweise in diese hinein bis zum Wasserspiegel; wenn es möglich ist, so trocknet man vorher die oberen Schichten durch herangeholte Röschen ab, auch beginnt man gern, wenn es irgend angeht, das Abteufen in trockenen Jahreszeiten. Durch einen solchen kurzen Schacht gewinnt man die geeignete Stelle zum Aufbau eines Theils des Senkschachtes; auch würde man die Dammerde gar nicht anders durchteufen können.

Vor Beginn der Arbeit muss eine feste Hängebank hergestellt werden, um die Förderungseinrichtungen darauf zu stellen und dieselben bei etwa eintretenden Auskesselungen vollkommen zu sichern. In Westfalen legt man hierzu vielfach nur starke und lange Rüstbäume[143]) und stellt darauf das Schachtgerüst; in anderen Fällen, namentlich um Vorrichtungen zur provisorischen Wasserhaltung und etwaigen Sümpfung bei nicht völligem Abschluss und zur Beseitigung von Durchbrüchen aufstellen zu können, bringt man Sprengwerke an. Immer müssen dergleichen Holzconstructionen möglichst weit auf das Terrain hinausreichen und von Auskesselungen unabhängig sein. Eben so müssen die anzuwendenden Maschinen seitwärts gestellt werden; die Uebertragung der Bewegung auf die Pumpen erfolgt durch Feldgestänge und Kunstkreuze. Zur Wasserhaltung werden hängende Pumpen angewendet, welche ihre Unterstützung gleichfalls unabhängig von den am Schachte zunächst gelegenen Terrain finden müssen, das Verfahren auf der Grube Rhein-Ruhr bei Ruhrort, wo man eine direct wirkende Dampfmaschine auf einem Gerüst über den Schacht zur Wasserhaltung aufstellte, ist nicht zu empfehlen.

Geht man mit dem Senken als Vorgesümpfe eines Schachts, der sich durch Abtreiben nicht beendigen lässt, nieder, so sind entsprechende Einrichtungen über Tage ohnehin bereits vorhanden.

### I. Senkmauerung.[144])

Die Mauerung kommt als eigentlicher Senkschacht sowohl mit, wie ohne Wasserhaltung vor, wobei die Construction der Mauer zunächst die-

---

[143]) Ulrich, die Schachtbohrarbeiten auf dem Salzbergwerke zu Erfurt, in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 6. B. S. 176.

[144]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 3. B. S. 228 auf der Braunkohlengrube Agnes Ludowike bei Hornhausen; ebenda B. 6. B. S. 174, auf dem Steinsalzbergw. zu Erfurt; ebenda Bd. 7. B. S. 194, auf Zeche Hansa bei Dortmund; ebenda Bd. 8. B. S. 24, auf den Braunkohlengruben in der Provinz Sachsen. — Jahrb. d. schles. Vereins f. B.- u. H.-Wesen 1859. S. 370. auf der Braunkohlengr. cons. Beust bei Grünberg. — Ponson I. S. 482.

selbe bleibt; leichte Modificationen treten bei geringer Mächtigkeit der Schichten ein, das Folgende gilt für grössere Mächtigkeiten.

Vortheilhaft bei der Senkmauerung ist das grosse Gewicht, welches das Sinken erleichtert; nachtheilig die ansehnliche Dicke. Bei Bestimmung der Dimensionen ist die etwaige Anbringung von Futtermauern zu berücksichtigen.

Die Form wird bei grösserer Tiefe immer rund genommen, bei geringerer wählt man wohl ausnahmsweise vier Bogen.

Zur Unterstützung der Mauer und zum Eindringen in das Gebirge dient der Rost. Derselbe wurde früher aus Bohlenlagen gebildet und nur mit einem schneidenden Schuh aus Eisenblech versehen, jetzt wendet man einen gusseisernen Schuh an, wodurch ein Theil der Bohlenlagen entbehrlich wird. Bei der Zusammensetzung ist zu beachten, dass man den Rost später, wenn es wegen der Festigkeit des Gebirges überhaupt angeht, von unten stückweise fortnehmen kann. Bei der alten Construction hat man nicht leicht Bohlen unter (4 Zoll) 10 Centimeter Dicke, oft 5 Lagen über einander; die Bohlen werden der Form des Schachtes angepasst und die einzelnen Stücke der Ringe entweder mit alternirenden Stossfugen oder besser wegen des späteren Wegnehmens treppenartig übergreifend auf einander gelegt. Auf der Steinkohlengrube ver. Westfalia bei Dortmund gab man dem Rost bei ($4^3/_4$ Lachter) 10 Meter Tiefe der zu durchsinkenden Schichten (19 Fuss) 6,0 Meter inneren, (24 Fuss) 7,5 Meter äusseren Durchmesser, 5 Bohlenlagen, jede zu (4 Zoll) 10 Centimeter Stärke, jedem Ringe 8 Segmente und brachte 4 Anker von ($^5/_4$ Zoll) 33 Millimeter Stärke zum Zusammenhalten der Lagen an; als Material wählte man Buchenholz. Die Holzlagen werden durch grosse Nägel oder Holzdübbel mit einander verbunden, ausserdem durch Schraubenbolzen, deren Köpfe oben versenkt sind und deren Muttern nach Unten sehen; die höchste Bohlenlage springt nach Innen zurück. Der Schuh, welcher aus Schmiedeeisen oder Stahl besteht und bestimmt ist, in das Gebirge einzuschneiden, ist (6 bis 9 Zoll) 16 bis 24 Centimeter hoch, steht (3 bis 5 Zoll) 8 bis 13 Centimeter vor dem Bohlenrost vor und ist mit Versenknägeln oder Schraubenbolzen an die äussere Wandung des Rostes befestigt, die Bleche sind ($^3/_8$ bis $^3/_4$ Zoll) 10 bis 20 Millimeter dick und unten messerartig zugeschärft.

Bei den neueren Formen mit gusseisernen Schuhen bestehen dieselben aus Segmenten, welche an einander geschraubt werden und an ihren Enden daher entsprechende Flangen haben müssen, zwischen denen man wohl noch ein Dichtungsmittel anbringt, wie z. B. in Erfurt ($^1/_2$zöllige) 13 Millimeter starke Brettchen aus trockenem Eichenholz; im Innern hat man ausserdem noch Tragerippen. In Erfurt hatte man bei (28 Fuss) 8,788 Meter äusserem Durchmesser 12 Segmente, jedes mit drei inneren Tragerippen, auf Hansa 10 Segmente mit 2 inneren Tragerippen von ($^3/_4$ Zoll) 20 Millimeter Stärke, während die Wandung des Schuhes ($^5/_4$ Zoll) 33 Millimeter dick war. Man wendet entweder offene oder geschlossene Schuhe

an, welche letztere gleichsam die Fortsetzung der Schrägung des Rostes mit Brettern bilden. Die Schliessung erfolgt entweder beim Guss, was kostspielig und für die Zusammensetzung schwierig ist, da man Oeffnungen lassen muss, um die Schrauben anziehen zu können, oder durch vorgesetzte und durch Vaterschrauben in den Rippen, beziehungsweise durch vorgelegte Eisenringe gehaltene Brettchen, deren Breite nicht grösser sein darf, als der Krümmung entsprechend ist. Die Form des Schuhes richtet sich nach der grösseren oder geringeren Flüssigkeit des Gebirges; am meisten Widerstand gegen das Sinken ist vorhanden, wenn der Schuh vorn nicht geschlossen ist, weshalb man besser immer einen geschlossenen Schuh anwendet, wobei der Winkel der Schneide oder der Abschrägung 40, 45 bis über 50 Grad je nach den Umständen beträgt.

Das Legen und Orientiren des Rostes erfolgt genau nach dem Loth und der Waage, um das Sinken der Mauerung durchaus in der vertikalen Richtung zu bewerkstelligen.

Von dem Roste aus gehen Ankerstangen durch das Mauerwerk und werden mit dessen Aufmauerung nach Oben nachgeführt, um die Mauer mit dem Roste fest zu verbinden. Zu Erfurt hatten die Ankerstangen (1½ Zoll) 39 Millimeter, auf Westfalia (5/4 Zoll) 33 Millimeter im Quadrat, auf Hansa waren sie rund und (2 Zoll) 52 Millimeter stark; mindestens für jedes Segment ist ein Anker vorhanden, welcher auf der unteren Seite des Rostes mit Schraubenmutter festgezogen wird, oberhalb des Rostes ist ein Bund oder eine Wulst angebracht, auch finden sich wohl Unterlagsplatten für den Anker, wie auf der Zeche Hansa gusseiserne Platten von (15 Zoll) 39 Centimeter Länge, (12 Zoll) 31 Centimeter Breite, (1½ Zoll) 39 Millimeter Dicke. Innerhalb der Mauer sind in Entfernungen, welche der Länge der äusseren Verschalungsbretter, beziehungsweise der Länge der einzelnen Ankerstangen entsprechen, horizontale Verankerungen angebracht, welche von einem vertikalen Anker zum anderen reichen und auf Gussplatten ruhen; auf Hansa hatte man (15 Zoll) 39 Centimeter lange, (12 Zoll) 31 Centimeter breite, (1½ Zoll) 39 Millimeter starke Platten und als Horizontalanker (2 Zoll) 52 Millimeter breites, (¾ Zoll) 20 Millimeter starkes Flacheisen. Die vertikalen Anker werden wie Bohrstangen verlängert.

Zur Aufmauerung verwendet man zweckmässig Cement; zu Erfurt nahm man 1 Theil Portlandcement, 3 Theile Sand, welche erst trocken innig vermengt und dann mit Wasserzusatz versehen wurden.

Die Stärke der Mauer wurde zu Erfurt bei (28 bis 30 Fuss) 8,788 bis 9,416 Meter äusserem Durchmesser und (48 Fuss 7 Zoll) 15,248 Meter Tiefe des Senkschachtes 2½ Steine zu (10½ Zoll) 27 Centimeter, also etwa (28 Zoll) 73 Centimeter genommen, auf Hansa gleichfalls 2½ Steine bei (52 Fuss) 16,320 Meter Tiefe, auf Westfalia bei (4¾ Lachter) 9,938 Meter Tiefe und (24 Fuss) 7,533 Meter Durchmesser (2½ Fuss) 78 Centimeter. Nach Oben erhält die Mauer wohl eine Verjüngung, weil da-

durch das Sinken erleichtert wird, doch ist dies nur bei starken Mauern ausführbar, auch muss man dabei auf die Tiefe Rücksicht nehmen, um die Mauer oben nicht zu schwach zu machen. In Westfalen verjüngt man (3 Zoll auf 1 Lachter) 38 Millimeter auf 1 Meter Höhe, in Erfurt ($1^1/_4$ Zoll auf 12 Fuss) 87 Millimeter auf 1 Meter Höhe, auf Hansa hatte man überhaupt (10 Zoll auf 52 Fuss) 26 Centimeter auf 16,320 Meter Höhe.

Am äusseren Umfang der Mauer bringt man eine Verschalung, in der Regel aus (1zölligen) 26 Millimeter starken Brettern von Nadelholz an, welche einen doppelten Zweck hat: sie dient als Lehre, namentlich in Bezug auf die Verjüngung, welcher Zweck früher allerdings nicht immer beabsichtigt wurde, hauptsächlich verhindert sie die directe Berührung der Mauer mit dem Gebirge und dadurch das Hängenbleiben einzelner Theile der Mauer und vermindert zugleich die Reibung, erleichtert also das Sinken. Die Verschalung wird unten an den Rost genagelt, ausserdem werden von Zeit zu Zeit Holzkränze an der äusseren Wandung eingemauert, an welche die Verschalungsbretter angenagelt werden, und welche das Maass der Verjüngung geben, daher vor den betreffenden Steinlagen eingelegt werden müssen; in Erfurt machte man diese Kränze aus ($5^1/_2$ Zoll) 144 Millimeter breiten, (2 Zoll) 52 Millimeter dicken Segmenten, welche (6 Zoll) 157 Millimeter hoch über einander geblattet und verdübbelt wurden, auf Hansa hatte der Holzring eine Stärke von (3 Zoll) 78 Millimeter im Quadrat. Früher wurde die Verschalung aussen von (6 zu 6 Fuss) 1,883 zu 1,883 Meter mit Eisenreifen gebunden, die Bretter in einander gefalzt oder genutet und gefedert oder schräg auf einander gesetzt, was nicht so gut ist, als das Annageln am Holzringe, auch den Zweck, die Verschalung als Lehre dienen zu lassen, nicht erfüllen kann.

Für die Anbringung von Gezimmern Behufs Fahrung, Wasserhaltung u. s. w. werden entweder auch nach Innen Holzkränze eingemauert, wie zu Erfurt aus Eichenholz in 3 Lagen von (6 Zoll) 157 Millimeter Breite, (2 Zoll) 52 Millimeter Dicke, oder die gewöhnliche Zimmerung wird direct in die Mauer verlagert; die erstere Methode ist beim Sackbohren stets zu wählen, weil die andere das Bohren verhindern würde, sie ist auch wohl im Allgemeinen vorzuziehen, weil die Mauerung gleichmässiger belastet wird.

Wasserrohre haben den Zweck, beim Vorkommen thoniger Schichten, oder wenn später der Schuh abschliessend in das Gebirge eindringt, plötzliche Durchbrüche zu verhüten, indem durch sie die Wasser hinter der Mauer in das Innere des Schachtes abgeführt werden; sie liegen für den letzteren Fall nur in der Nähe des Rostes, wo sie indess überflüssig waren, sonst aber werden sie, wie es auf Hansa geschehen, in verschiedenen Theilen der Höhe eingelegt. Sie werden oft fortgelassen und müssen fehlen, wenn noch ein zweiter Senkschacht durch den ersten geführt werden soll, weil derselbe an den vorstehenden Rohren hängen bleiben würde. Man wendet gusseiserne, nach vorn wenig geneigte quer durch die Mauer

gehende Röhren an, welche hinten mit der Mauer abschneiden und hier mit einem Drahtnetz versehen sind, um das Gebirge vor dem Eindringen abzuhalten; vorn werden sie durch einen Pflock verschlossen.

Das Senken, welches bei Anwendung von Wasserhaltung oder ohne Wasserhaltung an sich gleich verläuft, ist noch dadurch verschieden, ob man die Mauer sich selbst überlässt oder die Bewegung regulirt; im letzteren Falle sind die Anker oben zu Schraubenspindeln angeschnitten, wobei grosse Aufmerksamkeit nöthig ist, damit das Gewicht gleichmässig an den Spindeln hängt.

Mit Anwendung von Wasserhaltung muss man beim Wegräumen der Massen von der Mitte aus nach den Seiten arbeiten und schliesslich den Rost unterschrämen; dabei muss man beständige Sorgfalt auf das lothrechte Niedergehen richten. Wenn sich die Mauer neigt; muss man an der hängenbleibenden Stelle mehr Masse wegnehmen; als letztes Mittel, wenn das Hängenbleiben bedeutend wird und die Mauer zu reissen droht, dient, die Wasser um den Schacht an der betreffenden Stelle ausgiessen zu lassen, wodurch freilich das Gebirge sehr zerrüttet wird und Auskesselungen eintreten. Die Pumpen müssen möglichst leicht genommen werden, weshalb man in Westfalen mit Vortheil Zinkblech verwendet; sie hängen hauptsächlich an dem Gerüste über Tage und haben nur Lehren in der Mauer. Das Saugewerk befindet sich mindestens (1 Fuss) 31 Centimeter von der Sohle, weil es sich sonst leicht verstopft, auch durch das Ansaugen des Gebirges aus den Stössen schädlich wirkt.

In todten Wassern ohne Wasserhaltung bezweckt man gleichzeitig Abschneiden und Auslöffeln des Gebirges; das Letztere geschieht durch drehend gehandhabte Sackbohrer, welche man mit Ausnahme der Grube Rheinpreussen am linken Rheinufer bei Ruhrort bis jetzt immer durch Menschenhand in Bewegung setzte. Man hat zweiflügelige und einflügelige Sackbohrer. Die einflügeligen Bohrer, gewissermassen einen halben zweiflügeligen darstellend, sind wohl angewendet, wenn man fürchtete, dass bei grossem Durchmesser die anderen zu viel Kraft erfordern würden; dann wendet man immer eine grössere Zahl Bohrer zugleich an, wobei der Vortheil gegeben ist, einer ungleichmässig sinkenden Mauer besser zu Hülfe kommen zu können. In der Regel, auch auf Rheinpreussen, benutzt man zweiflügelige Sackbohrer, welche im Allgemeinen aus einer mittleren unten zugespitzten Hauptstange bestehen, mit dieser in Verbindung steht ein Gerippe von Eisenstangen, in dessen unteren Theil unmittelbar schneidende Messer eingesetzt und die Säcke befestigt sind,[145]) oder an denen besondere schneidende Rahmen angebracht sind, die auch die Säcke aufnehmen;[146]) die Bodenschneiden sind etwa 20 Grad von der

---

[145]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 3. B. S. 228. S. 236.
[146]) Ebenda Bd. 6. B. S. 182.

Peripherie nach dem Centrum geneigt. Die Säcke müssen dem Charakter des Gebirges entsprechen, jedenfalls aber das Wasser durchlassen: auf Agnes Ludowike hatte man erst gezwirnte Leinwand, dann dieselbe auf der unteren Fläche mit Leder benäht, dann Kaffeesäcke ebenso mit Leder, auf der Grube Anna Kaffeesäcke nur mit Lederriemen benäht, zu Erfurt, wo Kaffeesäcke nicht hielten, Rindleder, welches oben am hinteren Ende mit einem Drahtnetz versehen war, zu Strepy-Braqueynies[147]) Gefässe von Eisenblech, welche zugleich um eine drehbare Achse beweglich sind, was indess nicht zu empfehlen ist. Zur Befestigung sind die Säcke an der Mündung mit einem Rande von Eisenblech versehen, an dem sich abwechselnd Haken und Oesen befinden, die Haken greifen in Oesen, die Oesen in Haken an dem Rahmen des eigentlichen Bohrapparats und werden durch einen dünnen eisernen Vorstecker gehalten.

Das Gestänge war auf Agnes Ludowike ein eisernes, (2 Zoll) 52 Millimeter stark, mit Verzahnung und übergeschobener Muffe von ($^1/_2$ Zoll) 13 Millimeter Stärke, auf Anna (3 Zoll) 78 Millimeter, zu Erfurt (2 Zoll) 52 Millimeter im Quadrat; zu Strepy-Braqueynies hatte man ein hölzernes Gestänge, welches nicht empfohlen werden kann.

Zum Vorräumen hatte man auf Agnes Ludowike ausserhalb bewegliche Messer, oder, wie auf Anna, statt dessen besondere Erweiterungsbohrer mit nach unten gekrümmten Hakenschneiden, welche, wenn sie wirken sollen, durch ein Seil von Tage aus angezogen werden; ein ähnliches Instrument benutzte man zu Strepy, um noch in das thonige Gebirge einzuschneiden. Zu Erfurt hatte man Behufs Auflockerung festerer Bänke statt der Rahmen mit Säcken Rührer, mit Spiessen und Schaufeln versehen, in Anwendung, auch hat man daselbst eine feste Schicht von Schwefelkies mit von Oben gehandhabten langen Stangen, welche vorn eine Spitze trugen, durchstossen. Bei Senkarbeiten am Rhein hatte man noch besondere Klauen zum Hervorziehen von Geschieben angebracht.

Zur Ausführung der Bohrarbeit ist eine Bohrbühne vorhanden, welche entweder fest im Bohrschachte, wie auf Anna, oder auf der Mauer, wie auf Agnes Ludowike und zu Erfurt, oder auch wohl selbst innerhalb der Mauer in der Nähe des Wasserspiegels, wie später zu Erfurt, ihre Stelle erhält. In der Bohrbühne befinden sich Klappen zum Durchlassen des Bohrers. Zuweilen sind auch Leitungen am Bohrgestänge angebracht, was aber ganz überflüssig ist.

Das Bohren erfolgt, indem sich kreuzende Hebel am besten mittelst des früher erwähnten doppelten Hakens oder auch durch Anschrauben befestigt werden. An die Hebel treten die Arbeiter, um das Drehen zu bewirken; damit aber die Last des Bohrers und des Gestänges getragen wird und man nicht tiefer als nöthig in das Gebirge einschneidet, hängt

[147]) Ponson t. I. p. 517.

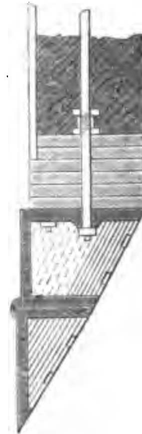
der ganze Apparat an einem Seil, welches über einen Kabel oder Haspel geführt ist.

Wohl die grösste Ausführung dieser Art hat auf der Steinkohlengrube Rheinpreussen bei Ruhrort[148]) stattgefunden, welche auch dadurch ausgezeichnet ist, dass hier zum ersten Male zwei Senkmauern in einander eingesenkt sind, denen noch zwei gusseiserne Schächte gefolgt sind. Die erste Mauer ist (74 Fuss) 23,225 Meter tief und hat (24⅔ Fuss) 7,768 Meter inneren, (29⅔ Fuss) 9,311 Meter äusseren Durchmesser, die zweite bei einer Tiefe von (245 Fuss) 76,893 Meter einen inneren Durchmesser von (15 Fuss) 4,708 Meter, einen äusseren von (20½ Fuss) 6,434 Meter; der erste gusseiserne Schacht, im Lichten (13⅔ Fuss) 4,289 Meter weit, stand am Ende des Jahres 1861 in einer Tiefe von (304 Fuss 10 Zoll) 95,672 Meter, worauf man einen zweiten neuen eisernen Senkschacht einbrachte, der aber nach unsäglichen Schwierigkeiten im Sommer 1868 nur die Tiefe von (358 Fuss) 112 Meter erreicht hatte, wo man noch beschäftigt war, eingetretene Brüche zu beseitigen. Der Sackbohrer hatte ursprünglich eine Weite von (14⅔ Fuss) 4,603 Meter, die Bohrstange eine Stärke von (4¼ Zoll) 111 Millimeter und wird durch eine 18 Pferdekräfte starke Maschine bewegt. Der Rost der ersten Mauer besteht aus 6 Ringen (4zölliger) 105 Millimeter starker Buchenbohlen und einem gusseisernen aus 16 Segmenten von (5/4 Zoll) 33 Millimeter Stärke zusammengesetzten Schuh von (21 Zoll) 55 Centimeter Höhe und (17 Zoll) 44 Centimeter oberer Breite, die Bohlen springen treppenförmig je etwa (2½ Zoll) 65 Millimeter vor, so dass der Fuss für die Mauer oben (32 Zoll) 84 Centimeter beträgt; zwischen den Bohlenlagen ist eine Schicht von getheerten Pappendeckel gelegt; vorn ist der Schuh durch Bretter, welche durch eiserne Ringe festgehalten werden, geschlossen. Die Mauer erhielt eine Verjüngung von (½ Zoll) 13 Millimeter, d. h. (¼ Zoll) 6 Millimeter zu jeder Seite auf je (10 Fuss) 3,139 Meter Höhe. Die (1⅝ Zoll) 43 Millimeter starken Anker werden in (4 Zoll) 105 Millimeter hohen Schraubenmuttern mit gusseisernen Deck- und Unterlagsplatten gehalten. Zum Aufräumen benutzte man 4 einflügelige Sackbohrer. — Als man das Sinken der ersten Mauer nicht weiter fördern konnte, und man vergeblich versucht hatte, mit gusseisernen Segmenten durchzukommen, brachte man die zweite Senkmauer ein. Der Schuh derselben von (5½ Fuss) 1,726 Meter Höhe und (34½ Zoll) 0,902 Meter oberer Breite besteht aus 2 achttheiligen Segmentringen von (2 Zoll) 52 Millimeter Wandstärke, deren Fugen alterniren und mit (½zölligen) 13 Millimeter starken Weidenbrettchen verdichtet sind. Der untere Ring ist mit (4zölligen) 105 Millimeter dicken Buchenbohlenstücken ausgefüllt,

[148]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 10. A. S. 81. — Ebenda Bd. 11. B. S. 43. — Ebenda Bd. 17. B. S. 88. 385. — Der Berggeist. Köln 1869. S. 294. — Glückauf. Essen 1869. No. 38. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1871. S. 207.

der obere auf (8 Zoll) 21 Centimeter Tiefe ebenso und im Uebrigen ausausgemauert; darüber finden sich 8 Ringe von Buchenholz, jeder (4 Zoll) 105 Millimeter stark. Fig. 276. Die Verjüngung der Mauer beträgt auf je (10 Fuss) 3,139 Meter Höhe (1 Zoll) 26 Millimeter. Die vertikalen Anker haben eine Stärke von ($1^5/_8$ Zoll) 42 Millimeter; die horizontalen Anker bestehen aus Flacheisen, die Bohrbühne lag innerhalb der ersten Senkmauer und war mit einer Abfangschere versehen, was bei der Länge des Gestänges für dessen Einlassen und Herausfördern nothwendig war. Die zweite Mauer wurde innerhalb einer aus vier (28 Fuss) 8,788 Meter langen Stangenpaaren von Tannenholz bestehenden Leitung gesenkt, welche an der Bohrbühne mittelst Rundeisen aufgehängt sind, sie sind an der inneren Seite mit Eisenblech beschlagen und werden entsprechend der Mauerverjüngung durch von Aussen eingebrachte Keile nachgetrieben. Als Motor zum Drehen dient eine 18 Pferde kräftige (14zöllige) 0,366 Meter im Cylinder weite Hochdruckmaschine mit solchen Transmissionen, dass auf eine Umdrehung des Bohrers innerhalb $^3/_4$ Minuten etwa 70 Kolbenspiele kommen. Zum Einhängen und Aufholen des Gestänges benutzte man eine andere, früher zur Wasserhaltung bestimmte Dampfmaschine von 140 Pferdekräften und (40 Zoll) 1,046 Meter Cylinderdurchmesser mit einem konischen Seilkorbe von ($4^5/_6$ Fuss) 1,517 Meter mittleren Durchmesser und ($3^1/_2$zölligem) 92 Millimeter dickem eisernen Kabeldrahtseil versehen. Die Transmission der Bohrmaschine erfolgte zunächst auf eine Riemscheibe, an deren Welle ein konisches Getriebe a (Fig. 277) sich befindet; dasselbe greift in ein horizontales Getriebe b, von welchem aus durch die Welle c und das Getrieberad d die drehende Bewegung auf das Kopfstück des Bohrgestänges übertragen wird; das Kopfstück ist in 2 Lagern e f drehbar, welche auf Rollen ruhen und beim Einhängen und Aufholen des Gestänges ganz bei Seite geschoben werden können. Zum Halten des Bohrapparats während der Arbeit ist im Schachtgebäude ein starker Kabel aufgestellt. Das Gestänge bestand aus Quadrateisen mit abgestumpften Kanten, Anfangs (4 Zoll) 105 Millimeter, später ($4^1/_2$ Zoll) 118 Millimeter stark; die einzelnen Stangen sind (7 Lachter) 14,646 Meter lang, 3150 bis 3450 Pfund schwer, ausserdem hatte man Aufsatzstangen von (3, 2 und 1 Lachter) 6,277, 4,185 und 2,092 Meter Länge; zur Verbindung dienten prismatische Zapfen, welche in entsprechende Muffen passten und mit Schliess- und Splintkeilen befestigt wurden; jede Stange hatte oben und unten und ausserdem noch 3 auf die Länge vertheilte Bunde. Man benutzte einen zweiflügeligen Sackbohrer von ($14^2/_3$ Fuss) 4,603 Meter Durchmesser, dessen Säcke oben aus bester Segelleinwand, unten aus Wildleder bestanden und mit Riemen aus Wildleder besetzt waren; die Befestigung am oberen Rande erfolgte durch

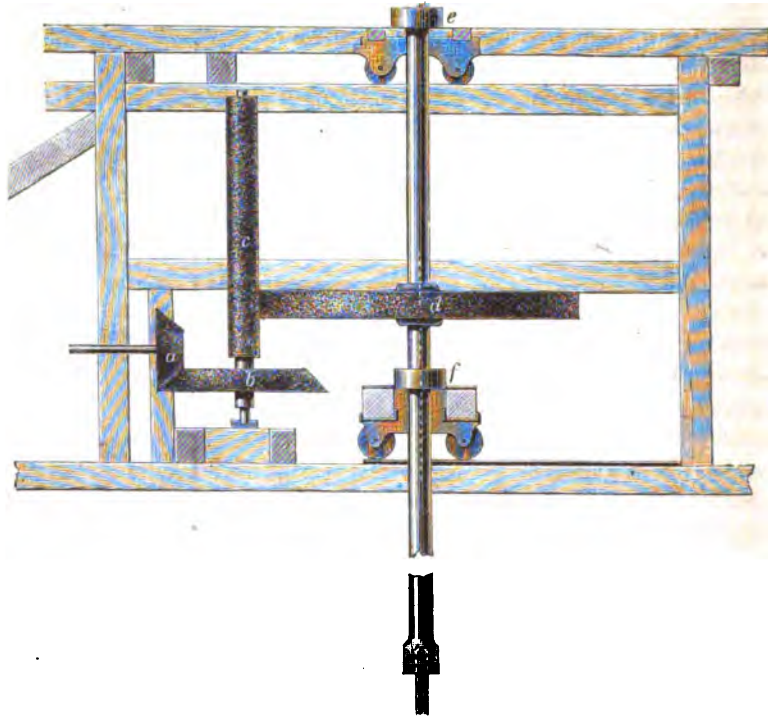
Fig. 276.



Haken und Oesen, am unteren durch aufgelegte Flacheisen und durchgesteckte Schraubenbolzen.

Beim Bohren erhielt man dauernd den natürlichen Wasserspiegel, nöthigenfalls durch Zuführen von Wasser, um das Gebirge in keiner Weise

Fig. 277.




in Bewegung zu bringen, was bis (36 Lachter) 75,325 Meter Tiefe gelang, wo ein weiteres Sinken des Schachtes nicht zu erreichen war. Man legte 8 Schraubenpressen, welche gegen die Bohrbühne gestemmt wurden, an, man benutzte eine hydraulische Presse mit zwei diametral gestellten Cylindern, aber vergeblich. Man versuchte demnächst die Wasser zu sümpfen, was Durchbrüche des Gebirges zur Folge hatte, weshalb man den Schacht (40 Fuss) 12,554 Meter hoch mit Sand und Lehm füllte und nun mit einem gusseisernen Schachte von Neuem vorging. Derselbe bestand aus Ringen, welche aus 8 Segmenten zusammengesetzt waren, von (3 Fuss) 0,942 Meter Höhe, ($13\frac{2}{3}$ Fuss) 4,289 Meter innerem, ($14\frac{1}{2}$ Fuss) 4,551 Meter äusserem Durchmesser, so dass zwischen ihm und der zweiten Mauer ein Spielraum von (3 Zoll) 78 Millimeter verblieb. Die Schachtringe wurden auf einen (21 Zoll) 55 Centimeter hohen gusseisernen Schuh gesetzt, dessen Segmente 7 Rippen und 2 Endflangen besitzen, und welcher ($1\frac{1}{2}$ Zoll) 39 Millimeter nach Aussen vor den übrigen Ringen vorspringt. Die

Segmente der Ringe erhielten eine horizontale und 3 vertikale Verstärkungsrippen; die Wandstärke der unteren Ringe und des Schuhes betrug (2 Zoll) 52 Millimeter und verminderte sich nach Oben auf ($1\frac{1}{2}$ Zoll) 39 Millimeter. Die Dichtung der horizontalen und vertikalen Fugen erfolgte durch Zwischenlegen von ($\frac{1}{2}$ zölligen) 13 Millimeter starken Brettstückchen aus Weidenholz, welche verkeilt wurden, zu welchem Zweck die Segmente an den Rändern mit entsprechenden Vorsprüngen versehsn waren. Bei dem Aufbau des Senkschachtes liess man die früher gesümpften Wasser allmälig wieder aufgehen und schaffte die eingefüllten Massen durch den Sackbohrer wieder fort, wodurch man das Sinken des Schachtes bewirkte und denselben (10 Fuss) 3,139 Meter unter den Fuss der zweiten Mauer brachte, wo sich eine festere Gebirgslage dem weitern Sinken entgegensetzte. Um diese zu beseitigen, begann man die Sümpfung von Neuem, bewirkte aber dadurch einen Bruch in der Schachtsohle und eine erneuerte Bewegung des Gebirges, so dass man wieder zum Sackbohren überging und sich dabei leider überzeugen musste, dass der Schuh des eisernen Schachtes gebrochen war, indem man mehrere Segmenttheile zu Tage brachte. Man versuchte zwar ein ferneres Sinken des Schachtes zu bewirken, musste aber davon schliesslich abgehen und beabsichtigte, einen zweiten eisernen Senkschacht einzuhängen.

Die Beseitigung des Bruches veranlasste die grössten Schwierigkeiten, wobei man zeitweise auch comprimirte Luft zum Abdämmen der Wasser anwendete; hiervon ging man aber wieder ab, als die Luftschleuse durch Explosion zerstört worden war. Dennoch war durch diese Arbeiten der Raum so weit frei geworden, den (12 Fuss) 3,766 Meter im Innern weiten eisernen Senkschacht auf Beton aufbauen zu können; nachdem der Beton durchbohrt war, sank der Schacht, welcher ein Gewicht von 620000 Kilogramm hatte, kam aber wegen noch vorliegender eiserner Theile des alten Schachtes aus dem Loth und musste an eiserne Anker aufgehängt werden, mit welcher Vorsicht man bis zu anscheinend festem Mergel bei (320 Fuss) 100 Meter gelangte. Bei (340 Fuss) 106,709 Meter Tiefe fand man aber wiederum schwimmendes Gebirge.

Als deshalb der innere eiserne Senkschacht weiter durch das feste Gebirge in das schwimmende gesenkt werden sollte, riss ein eiserner Anker und der Schacht stürzte (54 Fuss) 17 Meter tief herab, so dass der Fuss auf 6,277 Meter Höhe zerbrach. Hierdurch war man von Neuem zu sehr schwierigen Aufwältigungsarbeiten gezwungen.

Da der Senkschacht bei der Untersuchung noch grosse Neigung zum weiteren Sinken zeigte, wurde er durch 40 Stück 39 Millimeter starke Ankerschrauben aufgehängt und das Aufräumen begonnen. Erst im November 1868, nachdem man ca. 28000 Kilogramm Eisenbruchstücke zu Tage gebracht hatte, war die Schachtsohle bis (370 Fuss) 116,125 Meter Tiefe so weit frei von Eisen, dass mit einem kleinen Bohrer vorgebohrt werden konnte, womit man bei (420 Fuss) 131,818 Meter Tiefe die Ober-

fläche des Steinkohlengebirges erreichte. Man untersuchte nunmehr den Schacht mit einer (60 Fuss) 18,831 Meter langen Lehre, wobei man fand, dass der Schacht bis (308 Fuss) 96,666 Meter Tiefe genau rund und in Ordnung war, von da ab fand man ihn verengt bis zu einer Weite von 3,596 Meter, während weiter unten bereits Stücke aus der Schachtwand ausgebrochen waren. Man senkte nunmehr einen Blechcylinder von 26 Millimeter Wandstärke, 3,570 Meter Weite und 18,831 Meter Höhe mittelst Kabel bis zur Sohle, derselbe sank aber nur, nachdem der untere Holzboden durchschnitten war, bis zu dem bei (386 Fuss) 121,146 Meter anstehenden Thonlager. Es wurde nun durch das Thonlager 0,942 Meter tief bis in das feste Gestein vorgebohrt, in demselben auf 4,551 Meter Durchmesser erweitert und der Raum mit Trassmörtel gefüllt, in welchen man den Blechcylinder einzusenken suchte; diese Senkung erfolgte aber nicht, weil sich der Cylinder festgesetzt hatte. Man bohrte daher den Trassmörtel wieder aus, erweiterte auch in dem Thonlager auf 4,551 Meter bis an den Fuss des Blechcylinders und füllte nunmehr den Raum mit Beton aus bestem Material, indem man hoffte in dem Betonkern in einer Weite von 3,609 Meter abteufen zu können, wobei eine Betonwand von 0,471 Meter stehen geblieben wäre, welche voraussichtlich zur Sicherung des Gebirges hingereicht haben würde. Demnächst füllte man den Schacht bis zur Tiefe von 95,410 Meter, d. i. 1,255 Meter höher, als die Verengung begann, mit Beton, was Ende des Jahres 1869 vollendet war. Man glaubte hiernach die Bohrarbeit unter Wasser beendigt zu haben, beseitigte die Bohrvorrichtung deshalb und richtete das Abteufen zur Förderung mit dem Kübel ein. Nach Erhärten des Betons wurde derjenige Theil des (12 Fuss) 3,766 Meter weiten Senkschachtes, welcher innerhalb des (15 Fuss) 4,708 Meter weiten stand, beseitigt und ausgefördert, der Raum zwischen beiden Schächten gesichert und demnächst der sehr fest gewordene Beton vorsichtig ausgehauen. Hierbei zeigte sich, dass der 3,766 Meter weite Senkschacht drei grosse Risse hatte, aus welchen der Triebsand mit grosser Gewalt hervorkam. Gleichzeitig mit dem Aushauen des Betons wurde hier ein engerer gusseiserner Cylinder von 3,400 Meter lichtem Durchmesser stückweise eingebaut und der bleibende Zwischenraum mit Cementbeton ausgefüllt. Dieser Cylinder wurde bis zur Oberkante des Blechcylinders fortgesetzt, in wasserdichte Verbindung mit demselben gebracht und durch Verkeilen der Zuflussöffnungen vollständig abgesperrt. Auch bei dem Aushauen des Betons innerhalb des Blechcylinders wurde auch in diesem ein 209 Millimeter starker gusseiserner Cylinder stückweise eingebaut, dessen innerer Durchmesser 3,348 Meter betrug. Diese Arbeit ging ohne Schwierigkeiten gut von Statten, so dass man am 3. Juli 1870 bis zur Tiefe von (379 Fuss) 119 Meter, also nahe dem Ziele angelangt war, als aus den beiden in einander stehenden und mit Cementmörtel verkitteten Cylindern ein grosses Stück ausbrach und der Schacht in kurzer Zeit (100 Fuss) 31,385 Meter hoch mit Sand gefüllt wurde. Man

musste zur Bohrarbeit zurückkehren, welche noch heute (Ende Juli 1872) fortgesetzt wird. Man ist zwar bei dem Bohren in einem Durchmesser von 3,14 Meter bis zur Tiefe von 119,60 Meter und von dort in einem Durchmesser von 1 Meter bis zur Tiefe von 125 Meter vorgedrungen und hat daselbst festes, unverritztes Gebirge angetroffen; nachdem man aber während der Bohrarbeit bereits 6500 Kilogramm Bruchstücke von dem zertrümmerten Blechcylinder und 16000 Kilogramm von dem gusseisernen Cylinder zu Tage gebracht hat, liegen noch immer, namentlich in der Tiefe von 119,60 Meter, so erhebliche Schwierigkeiten vor, dass ihre Beseitigung noch nicht in nächster Aussicht steht.

(20 Lachter) 42 Meter vom ersten entfernt hat man einen zweiten Schacht begonnen. Zuerst hat man einen (32 Fuss) 10 Meter weiten, aus alten Tubbings zusammengesetzten Schacht (25 Fuss) 7,846 Meter tief eingesenkt. Innerhalb dieses Vorschachtes ist mittelst Bohrarbeit unter Wasser eine Senkmauer von (25 Fuss) 7,846 Meter lichter Weite (92 Fuss) 28,875 Meter tief ohne Hindernisse niedergebracht. Bei einem Versuch, die nicht mehr sinkende Mauer durch Schrauben niederzupressen, erfolgte ein Durchbruch des Gebirges, der sich bis zu Tage ausdehnte, den eisernen Schacht zerriss und den Schachtthurm schief stellte. Nachdem der Schacht und der Thurm wieder hergestellt waren, hat man den Schacht bis (60 Fuss) 18,831 Meter Tiefe mit Kies gefüllt, darauf eine zweite, (15 Fuss) 4,708 Meter im Lichten, (21 Fuss) 6,591 Meter im äusseren Durchmesser weite Senkmauer (65 Fuss) 20,400 Meter hoch gegründet, zu deren Einsenkung die Bohrarbeit unter Wasser am 1. Juli 1868 beginnen konnte. Dieselbe sank regelmässig ohne häufige Anwendung des Erweiterungsbohrers und erreichte bis zum 1. März 1869 die Tiefe von (240 Fuss) 75,324 Meter, in welcher Tiefe das Gebirge so thonig und fest wurde, dass die Mauer ruckweise nur dann sank, wenn das Gebirge im äusseren Schachtdurchmesser nahe vollständig ausgebohrt war, wobei das Sinken nur sehr langsam von Statten ging. Bei (256 Fuss) 80,346 Meter traf man auf eine (8 Fuss) 2,511 Meter mächtige Schicht festen Gesteins, welche mit dem vorhandenen 3,609 Meter breiten Stossinstrumente durchbohrt und mit dem Erweiterungsmeissel auf den äusseren Schachtdurchmesser von 6,905 Meter erweitert wurde, so dass die Senkmauer glücklich hindurchgebracht wurde und bis Ende Juli 1869 die Tiefe von (294 Fuss) 92,272 Meter lediglich durch ihr eigenes Gewicht ohne weitere Nachhilfe erreichte. Da unter einer (20 Fuss) 6,277 Meter mächtigen Gesteinsbank ein (46 Fuss) 14,437 Meter mächtiges Triebsandlager liegt, durfte man hoffen, die Senkmauer bis zum Steinkohlengebirge niederzubringen, wenn es gelang, ungefährdet durch jene Gesteinsbank hindurchzukommen. Dieselbe enthielt viele feste Schwefelkiesknollen, so dass das Durchbohren sehr schwierig und erst Ende Mai 1870 vollendet war; die Mauer sank aber nicht trotz vieler angewendeten Hilfsmittel. Man sah sich deshalb endlich im Januar 1871 genöthigt, im unteren Theile der Senkmauer eine

Betonschüttung anzubringen, nach deren Erhärten der Schacht leer gepumpt werden sollte. Noch bevor die Betonschüttung hergestellt war, zeigte sich plötzlich ein 40 Centimeter weiter Riss in dem oberen Theil der Senkmauer, wobei die 36 Millimeter starken Ankerstangen abgerissen waren. Der für den Beton hergestellte Raum zeigte sich jetzt mit Sand gefüllt, bei dessen Ausbohren sich der Bohrer festklemmte, die Schachtsohle sich um 3,3 Meter hob und sich alsbald ein bedeutender Tagesbruch zeigte. Man brachte deshalb nunmehr die Betonschüttung innerhalb der Senkmauer in einer Höhe von 7,5 Meter ein, demnächst baggerte man den Zwischenraum zwischen der ersten und zweiten Senkmauer bis zum Fusse der ersten aus und füllte denselben von Neuem mit bestem Beton; diese Arbeit gelang aber, wie sich beim Sümpfen des Wassers zeigte, deshalb nicht, weil der Mauerriss 3,5 Meter tiefer als der Fuss der ersten Senkmauer reichte. Es gelang durch zwei Pumpen von 0,39 Meter Durchmesser die Wasser so weit niederzuhalten, dass man den unteren Theil des Mauerrisses erreichte und hier die Wasser durch Abflussrohre abfangen konnte, worauf man ein neues Mauerstück einsetzte und bis zu Tage aufführte, was nach vielen Unterbrechungen und Schwierigkeiten so weit gelang, dass nach dem Sümpfen bis zur Oberfläche des Betons bei 84,98 Meter die Wasser bis auf 15 Liter in der Minute zurückgedrängt waren. Demnächst wurde über Tage ein Blechcylinder von 20 Millimeter Wandstärke, 4,55 Meter äusserem Durchmesser und 37,66 Meter Höhe zusammengenietet und in einem Stück bis zur Sohle eingelassen. In diesen Blechcylinder wurde ein gusseiserner Cylinder von 52 Millimeter Wandstärke mit 15 Centimeter hohen umlaufenden Verstärkungsrippen, welche 26 Centimeter von einander entfernt stehen, eingebaut, und der Raum zwischen dem Blechcylinder und dem gusseisernen mit Cementbeton ausgegossen, so dass die ganze Wandstärke des Cylinders 17 Centimeter beträgt. Derselbe sollte zur Sicherung des schwimmenden Gebirges unter dem Fuss der zweiten Senkmauer bis zum festen Gebirge eingesenkt werden; er wurde durch alte, beim Schacht I gewonnene Gussringe zunächst bis zu Tage verlängert und damit beim allmäligen Einsenken fortgefahren. Im Februar 1872 begann man das Senken von der Tiefe von 84,98 Meter und gelangte im Juni 1872 bis zur Tiefe von 124 Meter, wo man eine feste, 3,50 Meter mächtige Thonbank erreichte, unter welcher in der Tiefe von 127,50 Meter das feste Gebirge ansteht. Man ist zur Zeit (Juli 1872) beschäftigt, in diesem Gestein, welches aus blauem Kalkstein besteht, im Durchmesser von 1 Meter bis zum Kohlengebirge vorzubohren, um demnächst den Senkcylinder noch einige Meter tief in das feste Gestein hineinzusenken.

Es wurde bei den Einzelheiten dieser Arbeiten zum Niederbringen von Senkschächten, zu deren ausführlichen Mittheilung die Güte des Herrn Besitzers, Geh. Commerzienrath Haniel in Ruhrort in den Stand setzte, länger verweilt, um ein Bild von den vielfachen Schwierigkeiten zu geben, von denen sie begleitet sind. Aehnlich waren sie vorhanden bei dem Ab-

teufen auf der Steinkohlengrube Ruhr und Rhein am rechten Ufer des Rheins unmittelbar bei Ruhrort, welches in der unten angegebenen Quelle bis ins Detail beschrieben ist.[149]) Man überwand hier die Schwierigkeit durch Einbringen einer fassartigen Abtreibezimmerung innerhalb der letzten Senkmauer, welche man das erste Mal aus hölzernen Dauben zusammensetzte; als diese nicht mehr fortzutreiben waren, setzte man eiserne Pfähle ein, denen ein Ausbau mit eisernen Tubbings folgte. Bei (309 Fuss) 97 Meter Tiefe hatte man ein Steinkohlenflötz erreicht, baute den Schacht aber noch bis (340 Fuss) 107 Meter Tiefe in Eisen aus und konnte dann das regelmässige Abteufen in gewöhnlicher Art fortsetzen. Der Betrieb hatte im Jahre 1856 begonnen, im März 1864 erreichte man bei (261 Fuss) 82 Meter Tiefe das Steinkohlengebirge und im August 1864 die Tiefe von (309 Fuss) 97 Meter, wo die Wasser fast vollständig abgesperrt waren.

### II. Gusseiserne Senkschächte.

Schon im vorigen Abschnitt musste im Zusammenhange mit den durch Senkmauerung ausgeführten Abteufungsarbeiten das Einbringen von eisernen Senkschächten theilweise abgehandelt werden. Hier folgen die Fälle, wo ausschliesslich eiserner Ausbau angewendet wurde.

In England senkte man früher gusseiserne Senkschächte in einem Stück ohne Sackbohren ein bei einem Durchmesser von 1,6 bis 1,8 Meter. Später setzte man die Ringe aus Segmenten zusammen und dichtete die Fugen mit Brettchen oder mit Flechten von getheertem oder mit Mennigekitt getränktem Hanf; wenn mehrere derartig zusammengesetzte Röhren in einander gesteckt werden, wird die ringförmige Fuge durch Picotiren verdichtet. Zwischen die nach Innen vorspringenden Kränze der Segmente bringt man Futterhölzer an, um eine gleichmässige innere Schachtwand herzustellen, damit die Fördergefässe nicht untergreifen.

Als besondere Beispiele sind das Verfahren auf der Steinkohlengrube Anna bei Achen[150]) und zu Pré du Prince nahe der Maas bei Seraing[151]) hervorzuheben, auf welchem letzteren Punkt man zur Zurückhaltung der Wasser comprimirte Luft anwendete.

Im Allgemeinen ist zu bemerken, dass man die Aussenwand glatt herstellen, alle Verstärkungsrippen und Kränze nach Innen legen muss und den Segmenten keine Löcher geben darf; die Zusammensetzung der Segmente erfolgt durch Schraubenbolzen, wobei man die vertikalen Fugen

---

[149]) Das Schachtabteufen auf Zeche Ruhr und Rhein in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 18. B. S. 273.

[150]) Busse: Die Schachtarbeiten im schwimmenden Gebirge auf der Steinkohlengrube Anna und Marie im Wormrevier in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 3. B. S. 237.

[151]) Bougnet: Methode des Abteufens mit comprimirter Luft in berg- u. hüttenm. Ztg. von Bornemann u. Kerl. Freiberg 1860. S. 447.

alterniren lassen muss. Die einzelnen Ringe werden über Tage zusammengesetzt und im Ganzen eingehängt und verlegt; der untere Segmentring wird als Schuh gestaltet. Das Dichten der Fugen geschah auf Anna mittelst ($^1/_2$ zölligen) 13 Millimeter starken Weidenbrettchen, zu Seraing mittelst Eisenkitt. Beim Guss stellte man die Löcher für die Schraubenbolzen nur immer in zwei entsprechenden Segmenten her, die anderen bohrte man erst nach dem Verlegen aus, damit man einer richtigen Stellung derselben versichert war. Die gusseisernen Schächte sinken schwerer, als gemauerte und müssen daher belastet, beziehungsweise gepresst werden.

Auf der Grube Anna wandte man Sackbohrer an. Beim Einsetzen einer zweiten inneren Tour hielt man es am zweckmässigsten, den Raum innerhalb der vorhergehenden zu verfüllen und nach dem Durchdringen der neuen Tour wieder auszuräumen, um nicht durch Sümpfen Veranlassung zu Durchbrüchen zu geben, oder man sümpfte doch nur so weit, als keine Gefahren vor Durchbrüchen vorhanden waren. Bei der zweiten und dritten Tour hielt man es zweckmässig, jedem Segment des untern Ringes einige, etwa (2 Zoll) 52 Millimeter breite, bogenförmig verlaufende äussere Leitrippen zu geben, um das Niedergehen des Schachtes in der richtigen Stellung zu sichern, auch wiederholte man solche Rippen bei den oberen Ringen. Im Schacht No. I hatten die Ringe der ersten Tour 6 Segmente, (3 Fuss) 0,942 Meter Höhe, (1 Zoll) 26 Millimeter Stärke, (10 Fuss) 3,139 Meter im lichten Durchmesser, (3zöllige) 78 Millimeter starke Kränze, dieselbe ging bis (88 Fuss) 27,619 Meter nieder. Die zweite Tour hatte einen lichten Durchmesser von (8 Fuss 10 Zoll) 2,772 Meter und eine Wandstärke von ($^5/_4$ Zoll) 33 Millimeter, den Segmenten waren mittlere Verstärkungsrippen und äussere Leitungsrippen gegeben; der Ringraum zwischen beiden Touren betrug (4 Zoll) 105 Millimeter; die zweite Tour reichte bis (106 Fuss) 33,268 Meter Tiefe, wo man zur Einbringung einer dritten Tour schreiten musste. Dieselbe hatte im Lichten (7 Fuss 8 Zoll) 2,406 Meter Durchmesser und ($^5/_4$ Zoll) 33 Millimeter Wandstärke, sie erreichte bei (160 Fuss) 50,217 Meter Tiefe das feste Steinkohlengebirge und ragte (12 Fuss) 3,766 Meter in den zweiten Cylinder hinein; den (4zölligen) 105 Millimeter weiten Ringraum dichtete man mit Holzkeilen, setzte aber später noch drei neue Ringe auf und goss den Raum zwischen diesen und dem zweiten Cylinder mit Trassmörtel aus. Im zweiten Schachte hatte die erste Tour einen lichten Durchmesser von (7 Fuss 6 Zoll) 2,354 Meter, die drei Ringe zunächst über dem Schuh bestanden je aus einem Stück, die übrigen sind aus 6 Segmenten zusammengesetzt, welche ($1^1/_2$ Zoll) 39 Millimeter Wandstärke haben und mit einer mittleren ($1^1/_2$ Zoll) 39 Millimeter horizontalen vorspringenden Rippe versehen sind. Die zweite Tour, welche in gleicher Weise zusammengesetzt ist, hat einen lichten Durchmesser von (6 Fuss 8 Zoll) 2,092 Meter, so dass ein ringförmiger Raum von (2 Zoll) 52 Millimeter zwischen der ersten und zweiten Tour

gebildet ist; der Schuh der zweiten Tour ist (3 Zoll) 78 Millimeter stark genommen.

Zu Pré du Prince bei Seraing hat der Senkschacht eine Tiefe von 10,33 Meter, der lichte Durchmesser zwischen den Flangen beträgt 2,65 Meter, die Ringe bestehen aus 8 Segmenten von 15 Millimeter Wandstärke, 0,4 Meter Höhe, mit 0,10 Meter breiten, 25 Millimeter starken Flangen, die Segmente haben 0,02 Meter dicke und 0,13 bis 0,18 Meter lange Tragerippen und sind wegen der Verdichtung mit vorstehenden Rändern versehen.

### III. Senkschächte von anderem Material.

*a.* Selten ist Eisenblech zu diesem Zweck benutzt, so zu Chalonnes im Departement Maine et Loire,[152]) wo man 4 Schächte niedergebracht hat und zwar nach dem Verfahren von Triger; der erste Schacht hatte eine Tiefe von 20 Meter, eine Weite von 1,33 Meter und eine Wandstärke von 12 Millimeter; der zweite ist gleichfalls 20 Meter tief, 1,7 Meter weit, der dritte und vierte Schacht sind 16 Meter tief, 2 Meter weit, die Stärke der Wand beträgt 15 Millimeter. Bei allen Schächten hat man Rammen zum Niederbringen angewendet.

Zu Strepy-Braqueynies im Bassin du Centre, wo es sich um das Durchteufen von 22 Meter Schwimmsand unter dem Kreide- und über dem Steinkohlengebirge handelte, hat der Schacht einen inneren Durchmesser von 3,5 Meter, die einzelnen Ringe aus 15 Millimeter starkem Blech sind 2 Meter hoch, oben und unten ist Winkeleisen angenietet, wodurch Kränze zum Verschrauben je zweier Ringe gebildet sind; in der Mitte jedes Ringes ist ein Verstärkungskranz von Gusseisen angebracht, der durch Schrauben gehalten wird, äusserlich sind Verstärkungen durch Streifen von Blech gebildet; die ganze Höhe jedes Ringes besteht aus 3 Blechtafeln. Der Wechsel je zweier Ringe ist aussen mit einer Muffe von gleichem Blech geschlossen, welche an beide Ringe angenietet ist. Später hat man übrigens im Innern eine Holzcuvelage angebracht.

*b.* Holz in fassartiger Form hat man früher bei einem alten Verfahren in England benutzt. Es gleicht dasselbe einer Senkmauer mit starker Verschalung und eingelegten Holzkränzen, wobei die Mauerung weggeblieben ist; wegen der Förderung werden die Holzkränze im Innern mit Kehrlatten beschlagen.

Seit dem Jahre 1849 ist eine ähnliche Methode auf der Steinkohlengrube Maria bei Achen[153]) mehrfach zur Anwendung gelangt. Ein Schacht hat (5 Fuss) 1,569 Meter, ein zweiter ($5^1/_4$ Fuss) 1,648 Meter lichten Durchmesser, die Tiefe bis zum Steinkohlengebirge beträgt (173 Fuss)

---

[152]) Deroux: Schachtabteufen im schwimmenden Gebirge zu Chalonnes in berg- u. hüttenm. Ztg. von Bornemann u. Kerl. Freiberg 1861. S. 17.

[153]) Busse in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 3. B. S. 247.

54,297 Meter, die schwimmenden Massen haben vom Wasserspiegel ab eine Mächtigkeit von (92 Fuss) 28,875 Meter. Man benutzte Dauben von Tannenholz, (20 bis 25 Fuss) 6,277 bis 7,846 Meter lang, unten (9 Zoll) 0,235 Meter, im oberen Theile des Schachtes (6 Zoll) 0,157 Meter stark, (7 bis 8 Zoll) 0,183 bis 0,209 Meter breit. Die Dauben werden fassartig zusammengesetzt und je 2 Fässer durch gusseiserne Verdichtungsringe verbunden, in welche die Daubenenden genau passen; die Ringe sind (15 Zoll) 0,392 Meter hoch und werden durch 4 Stück ($1^1/_2$ Zoll) 39 Millimeter starke Anker mit Schrauben verbunden. Das Ganze ruht auf einem (18 Zoll) 0,471 Meter hohen gusseisernen Schuh. Fig 278. Das Weg-

Fig. 278.

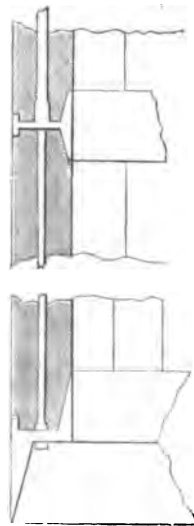
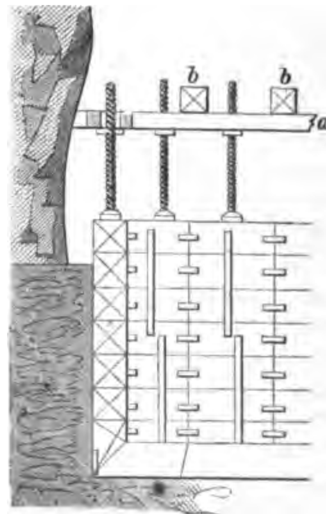


Fig. 279.




räumen des Gebirges erfolgte mittelst Sackbohren, immer auf eine Tiefe von (4 bis 5 Fuss) 1,255 bis 1,569 Meter, worauf das Nachdrücken der Fässer mittelst Pressschrauben stattfand. Diese Arbeit ist auch deshalb interessant, weil zu zwei verschiedenen Malen Brüche in den Dauben mit Hilfe comprimirter Luft reparirt worden sind.[154])

*c.* Das Holz jochartig ist mit Ausnahme auf der Steinkohlengrube Sellerbeck bei Mühlheim,[155]) wo man eine quadratische Zimmerung, ähnlich der Bohlenumgangszimmerung, durch Pressbalken und gewöhnliche Winden eingesenkt, dann ebenso eine engere niedergebracht und den Zwischenraum mit Thon ausgestampft hat, wohl nur üblich zu Anzin und in Belgien zum Durchsinken der torrents, deren Mächtigkeit 3

[154]) Busse in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 4. B. S. 255. — Honigmann ebenda Bd. 8. B. S. 152.

[155]) Bauer in Dr. Karsten Archiv. 1834. Bd. 7. S. 174.

bis 25 Meter beträgt und die unterhalb der festen Kreide vorkommen. Der Schacht Ernest zu Anzin[156]) hat einen Radius von 2,7 Meter; oben ist er in achteckige Cuvelirung gesetzt, in den darunter liegenden Thonen (dièves) in Mauerung, welche auf einem Keilkranz steht. Zur Einbringung der jochartigen Zimmerung ist ein von Oben und Unten verkeilter Kranz a (Fig. 279) eingebaut, über den zwei eingebühnte Spreizen bb gelegt werden; zum Senken dienen Jöcher, wie die der oberen Cuvelage, deren Stücke mit Zapfen verbunden und durch horizontale Eisenblechstreifen gehalten werden. Die Jöcher ruhen auf einem unten angeschraubten Schuh. Das Ganze wird durch 2,50 bis 3 Meter lange, 10 Centimeter starke Pressschrauben mit quadratischen Gängen, wofür die Muttern in dem oberen Kranze a sitzen, niedergepresst. Nach dem Niederpressen werden neue Jöcher aufgesetzt und durch vertikale Eisenbänder mit den früheren verbunden, bis man auf solche Weise das Steinkohlengebirge erreicht. Demnächst werden sämmtliche Fugen sorgfältig verstopft.

*d.* Zum Durchteufen der torrents dient ferner das Guibal'sche Verfahren, wobei ebenfalls Schrotzimmerung benutzt wird;[157]) dasselbe ist ausgeführt auf dem Schachte Bonne Espérance bei St. Vaast im Hennegau. Ein Abtrocknen des Sandes an der oberen Seite, wie es zu Strepy geschehen, war hier nicht möglich, weil kein zweiter Schacht vorhanden war, daher konnte man auch für den späteren Anschluss comprimirte Luft nicht anwenden; ausserdem ist das Gebirge so flüssig, homogen und fast ohne Geschiebe, dass schon beim Sinken des Wasserspiegels um 0,157 Meter Durchbrüche auf der Sohle entstanden. Der Schacht ist oben 19,80 Meter tief ausgemauert, darunter befindet sich eine achteckige Cuvelage von 2,50 Meter Durchmesser, deren Basis 2 Keilkränze in 70,840 Meter Tiefe bilden, unter derselben stehen 2 Meter ohne Bekleidung, worauf die Thone (dièves) beginnen; es waren zu durchsinken 9,30 Meter Thon, 24,75 Meter Sand, im Ganzen also 34,05 Meter, worauf zersetzter weicher Schieferthon der Steinkohlenformation folgte, bis wohin also der Schacht eine Tiefe von 106,89 Meter erhalten hat. Das Niveau des Wassers stand 22,13 Meter unter Tage, also 69,31 und 91,44 Meter über der oberen, beziehungsweise unteren Begränzung des Sandes. Das Verfahren erinnert an die Methode von Brunel beim Themsetunnel und ist ein Niedergehen mit trousse coupante und eigenthümlicher Vertäfelung, wobei die eigentliche Cuvelage unten verlängert wird. Der Ausbau besteht aus zwei Theilen, einem inneren stationären und unten stets verlängerten und einem äusseren beweglichen (prisme pénétrante), an welchem der sogenannte Schild befestigt ist; der Letztere trägt in der Mitte eine Gleichgewichtssäule

---

156) Ponson t. I. p. 496.

157) Dr. C. Hartmann: Fortschritte der Bergbaukunst im Jahre 1859. Leipzig 1859. S. 87. — M. Baure in berg- u. hüttenm. Ztg. von Bornemann u. Kerl. Freiberg 1859. S. 227. Ebenda 1861. S. 443. — Dr. C. Hartmann: allg. berg- u. hüttenm. Ztg. Quedlinburg 1859. S. 141.

(colonne d'équilibre), welche auch zum Einführen der Gezähe, Löffel u. s. w. dient. Das äussere Prisma wird durch von Tage her gespeiste hydraulische Pressen niedergedrückt, welche vor nur intermittirend wirkenden Schrauben den Vorzug continuirlichen Drucks haben.

Das äussere Prisma besteht aus Jöchern von 10 Centimeter starkem Quadratholz, welches aussen und innen mit 2 Centimeter starkem, angenietetem Eisenblech bekleidet und durch innere Armirungen verstärkt sind; unten geht die Eisenbekleidung in einen Stahlschuh über. Der eingeschriebene Kreis hat einen Durchmesser von 3,27 Meter.

Die innere Cuvelage hat einen eingeschriebenen Kreis von 2,5 Meter, die Stärke der Hölzer beträgt 38 Centimeter.

Der Zwischenraum zwischen beiden Auskleidungen ist 1 Centimeter und wird durch schuppenartig über einander greifende Lederscheiben oder Stulpen gedichtet, welche am oberen Rande des beweglichen Prismas befestigt sind und sich gegen die Cuvelage legen.

Das Schild besteht aus Gusseisen in 8 Stücken, welche in die Ecken des Prismas treffen, an welches sie angeschraubt werden. Ebenso werden die Träger für die hydraulischen Pressen, deren je 2 auf jede Polygonseite kommen, angeschraubt. Als später ein Schildstück gesprungen war, goss man den Raum darüber mit Cement aus und bedeckte ihn mit Holz.

Das Gleichgewichtsrohr hat 0,80 Meter Durchmesser, ist aus Eisenblech und durch Querhölzer in der oberen Cuvelage gehalten und geleitet; es ist mit Hähnen zum Verschliessen versehen.

Während des Niederpressens ist der Schacht zum Theil oder ganz voll Wasser, welches durchsickert oder zum Gegendruck für den Schild absichtlich eingelassen wird; daher sind Pumpen erforderlich, welche aber nur hängend angebracht werden können.

Das Befestigen eines neuen Joches der inneren Cuvelage erfolgt mit Holzschrauben. Um dasselbe legen zu können, muss man die bisher im Schachtinnern Behufs Erleichterung der Pressen vorhandenen Wasser sümpfen und dabei nöthigenfalls die Pressen stärker anspannen. Man sperrt die Zuleitung zu den Pressen ab, so dass die Kolben nicht zurückgehen können; demnächst öffnet man die Pressen einer Polygonseite, legt das betreffende Holz und setzt die Kolben in Gang und verfährt in gleicher Weise mit den übrigen Polygonseiten. Die Pressung beträgt 110 Atmosphären bei freiem, 50 bis 60 Atmosphären bei mit Wasser gefülltem Schacht; zuweilen steigert man die Pressung bis 175 Atmosphären.

Das Gestänge zum Bohren besteht aus Tannenholz, 0,28 Meter quadratisch stark, die einzelnen Stangen sind durch eiserne Bügel verbunden; die unterste Stange läuft in eine scharfe Spitze aus. Im Thon wird zunächst ein Vorbohrer angewendet, der aus einem langen über das Gestänge gestreiften und befestigten Muff besteht, an welchem 4 vertikale Schneiden befestigt sind. Demnächst folgt man mit einem Erweiterungsbohrer, welcher aus 4 Pflugscharklingen oder Messern besteht, dieselben

sind unten drehbar an einem zweiten Muff befestigt, welcher durch einen Aufhalter am unteren Ende vor dem Abgleiten geschützt ist; die Klingen sind durch 4 Arme parallelogrammartig mit dem oberen Muff verbunden, von dem aus 2 Seile zu Tage führen und dort über Haspel laufen. Sobald man in festere Theile des Kohlengebirges gelangte, sind statt der Messer sägenartig gestaltete Klingen angewendet. Zur Bewegung des Gestänges ist über Tage ein grosses Rad angebracht, welches mit Rollen nach Art der Drehscheiben auf einer festen Bühne läuft, am Umfange befinden sich mehrere Getriebe, die durch ein Winkelradvorgelege mittelst Kurbeln in Bewegung gesetzt werden. Das Gestänge muss also in der Nabe des grossen Rades hinabgehen, doch ist das Nähere hierüber nicht angegeben.

Zum Ausräumen des Sandes dienen Löffel von 47 Centimeter Durchmesser, 2,80 Meter Länge, welche an einem aus Holz und Eisen construirten Gestänge mittelst Handschwengels gehandhabt werden, zuerst mit ganz kurzen Hüben, gleichsam pumpend, dann mit grösseren Hüben, so dass der Sand nach der Mitte rollt, bis man Hübe von 0,28 Meter giebt.

Das Aufstellen des Apparats hat vom 21. April bis 13. Juni 1857 gedauert, der Maschinen über Tage bis August 1857; am 1. März 1858 stand man 85 Centimeter im Schwimmsand und erreichte am 1. August 1859 mit 24,20 Meter Sand und mit einer Gesammttiefe von 106,57 Meter das Steinkohlengebirge.

Man würde bei diesem Verfahren auch wohl zweckmässig Eisen verwenden können, obgleich der starke Rückdruck der Pressen immerhin bedenklich ist; daher wird man für den inneren Ausbau nur Gusseisen anwenden, während der Senkcylinder wohl passender aus Eisenblech zu nehmen sein wird. Die Cuvelageringe würden jedenfalls nur niedrig sein dürfen, auch ist nicht zu verkennen, dass die Schraubenbolzen leicht leiden können. An und für sich hätte aber die runde Form und ausserdem bezüglich des Senkcylinders die geringe Stärke grosse Vorzüge, auch würde man dann vielleicht mit geringeren Pressungen ausreichen.

### IV. Abschluss des Fusses der Senkschächte.

Zunächst muss das Bestreben immer dahin gerichtet sein, den Schuh, wo möglich, in das feste Gebirge eindringen zu lassen. Wenn die Gränzfläche zwischen dem losen und festen Gebirge söhlig oder wenig geneigt, das letztere dabei thonig oder erweicht und aufgelockert ist, so erfolgt das Einsinken von Senkmauern durch deren ansehnliches Gewicht fast immer von selbst, ebenso auch häufig bei gusseisernen Senkschächten; ist man, was allerdings der seltenere Fall ist, mit Wasserhaltung niedergegangen, so kann man hier durch Arbeit auf der Sohle nachhelfen und das Eindringen befördern. In anderen Fällen muss man dies durch verstärkte Pressung auf die Senkschächte bewirken und damit Vorschneiden im Gebirge mittelst besonderer Bohrinstrumente verbinden, welche mit

beweglichen Klingen versehen, ähnlich wie die Erweiterungsbohrer, bis unter den Schuh reichen, doch bleibt die Anwendbarkeit derartiger, nur drehend zu handhabender Instrumente allerdings auf weicheres Gebirge beschränkt.

Wenn wegen Gefahr vor Durchbrüchen in der Sohle in todten Wassern gesenkt worden ist, was bei sehr mächtigen Massen die Regel ist, so bleibt zu erwägen, ob ein derartiges vorläufiges Eindringen des Schuhes einstweilen genügt, um nun ohne Gefahr zum Sümpfen schreiten zu können, was bei starkem Druck immer etwas bedenklich sein wird.

Hat man von vorn herein eine freie Sohle oder dieselbe durch Sümpfen frei gemacht, so muss, wenn nicht ausnahmsweise der Schuh sehr tief eingedrungen ist, nun sofort zur besseren Sicherung des Fusses geschritten werden. Bei Senkmauern begnügt man sich, wenn, wie in Westfalen, noch wasserreiches Gebirge zu durchteufen ist, häufig mit ganzer Schrotzimmerung, welche vor den Schuh, beziehungsweise den Rost gesetzt wird; alsdann führt man aber die spätere Schachtmauer oder eine etwa anderweitig gewählte Auskleidung als Futtermauer durch, wobei man sogar zuweilen den Rost zu gewinnen sucht. Besser, sicherer ist es und, wenn wassertragendes Gebirge darunter liegt, stets vorzuschreiben, etwas tiefer abzuteufen, an geeigneter Stelle eine Mauer zu fundamentiren, diese entweder direct oben anzuschliessen oder als Futtermauer theilweise durchgehen zu lassen; folgt später die eigentliche Schachtmauer auch noch als Futtermauer, so muss man hierauf bei der Wahl der Dimensionen Rücksicht nehmen.

Bei eisernen Senkschächten sichert man im Fall des Vorhandenseins einer freien Sohle den Fuss gleichfalls durch Abteufen und Aufführen von Cuvelagen, welche oben in den Senkschacht hineinreichen, also analog den Futtermauern sind, ausserdem giesst man den Raum zwischen den Cuvelagejöchern und dem Schuh mit Cement aus oder picotirt ihn. Da man hierdurch aber an freiem Durchmesser des Schachtes einbüsst, schliesst man die Cuvelage auch wohl nur unmittelbar an den Schuh an, wie zu Chalonnes, wo man im letzten Ringe der Holzcuvelage eine Rinne zum Einsetzen des Schuhes anbrachte und mit Cement hinterfüllte,[158]) oder wie auf der Zeche Anna bei Achen, wo man eine (36 Zoll) 0,942 Meter starke, auf Holzringen fundamentirte Ziegelmauer ($13^1/_2$ Fuss) 4,237 Meter hoch aufführte, oben durch vier je (6 Zoll) 0,157 Meter hohe Holzringe abschloss, auf welche, wie Fig. 280 zeigt, der Schuh aufsitzt, hinter welchen man den Raum (1 Fuss) 0,314 Meter hoch mit Mauerwerk ausfüllte, wozu man sich eines Mörtels aus 1 Theil Portlandcement und 2 Theilen Sand bediente.[159])

Fig. 280.



[158]) Deroux in berg- u. hüttenm. Ztg. von Bornemann u. Kerl. Freiberg 1861. S. 17.

[159]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 7. A. S. 79.

Bei stärker geneigter Gränze des mittelst Senkschacht durchsunkenen und des festen Gebirges hat man wohl versucht, Behufs gefahrlosen Sümpfens eine Vertäfelung einzulassen, wie auf der Braunkohlengrube Agnes Ludowike,[160]) und durch senkrechtes Anstecken die noch offenen Stellen zu verschliessen; dies kann indess nur bei weicher Unterlage geschehen und ist überhaupt von sehr beschränkter Anwendbarkeit.

Am Allgemeinsten gebräuchlich ist es, den Abschluss in todten Wassern zu bewirken, wo man sich nur davon zu überzeugen hat, ob das Gebirge darunter, beziehungsweise bei welcher Tiefe hinreichende Tragfähigkeit darbietet. Das Verfahren besteht darin, dass man mit zusammengesetzten Meisselbohrern im festen Gebirge mit etwas geringerem Durchmesser niedergeht, einen Eisenblechcylinder einführt, nachdem zuvor auf der Sohle eine dicke Lage Trass oder Cementmörtel ausgebreitet ist; der Cylinder reicht in den Senkschacht hinein, den ringförmigen Raum zwischen beiden giesst man gleichfalls mit Cement aus. Nach dem Erhärten sümpft man, spitzt vorsichtig die Mörtellage durch, teuft weiter ab und kann nun, um sich ganz sicher zu stellen, auch den schliessenden Cylinder nach Oben und Unten durch Ansätze verlängern und unten mit anderer Cuvelage in Verbindung bringen. Es ist auf genau centrisches Einsetzen des Cylinders sehr zu achten, weshalb von Wolsky bei einem Schacht im Departement Maine et Loire[161]) Vorsprünge an die äussere Wand des Cylinders angenietet sind. Auf der Grube Anna[162]) ist man bei dem dritten Cylinder von (7 Fuss 8 Zoll) 2,406 Meter lichter Weite mit demselben Durchmesser (7 Fuss) 2,197 Meter tief niedergegangen, hat darauf ein Rohr von (7 Fuss) 2,197 Meter lichtem Durchmesser und (3/4 Zoll) 20 Millimeter Wandstärke auf (15 Fuss) 4,708 Meter Höhe eingelassen, so dass ein ringförmiger Raum von (3 1/4 Zoll) 85 Millimeter verblieb; das Rohr ist aus 2 Theilen zusammengesetzt und ist in der Mitte, sowie an beiden Ecken mit (6 Zoll) 157 Millimeter hohen, (3/4 Zoll) 20 Millimeter breiten Ringen versehen; der Ringraum wird durch einen konischen, (3 Zoll) 78 Millimeter hohen Deckel ausgefüllt. Der Cylinder ist in eine (6 Fuss) 1,883 Meter hohe Schicht Mörtel aus 2 Theilen Trass und 1 Theil Kalk eingesenkt. Auf der Grube Maria ist dieser Mörtel noch mit wallnussgrossen Ziegelstücken gemengt. Hier ist in dem (5 Fuss) 1,569 Meter weiten Schacht ein (42 Zoll) 1,099 Meter im Lichten weiter, (10 Fuss) 3,139 Meter hoher Cylinder, in dem (5 1/4 Fuss) 1,648 Meter weiten Schacht ein Cylinder von (4 3/4 Fuss) 1,491 Meter lichtem Durchmesser und (12 Fuss) 3,766 Meter Höhe eingesetzt; ausgebohrt hatte man (4 Fuss) 1,255 Meter tief. Nach dem Einsetzen des Cylinders wurde Mörtel nachgefüllt, bis er (2 Fuss) 0,628 Meter über dem Rohre stand, wobei man denselben in dem ringförmigen Raume

[160]) Ebenda. Bd. 3. B. S. 239.
[161]) Ponson I. 524.
[162]) Zeitschrift f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 3. B. S. 236.

feststampfte. Beim späteren Abteufen nach dem Erhärten verlängerte man das Rohr ($2\frac{1}{2}$ Lachter) 5,231 Meter in das Steinkohlengebirge hinein durch Anschrauben einzelner Platten und verdichtete den angeschraubten Theil dadurch, dass man durch Löcher der Eisenplatten flüssigen Trass einspritzte. Die Ausführung ist sehr gelungen.

Eine letzte Art des Anschliessens bedingt auch Arbeiten auf der Sohle, hält aber den bisher durch die im Innern aufgetretenen Wasser ausgeübten Gegendruck dadurch aufrecht, dass an Stelle des Wassers comprimirte Luft gesetzt wird. Dieses Verfahren ist im Jahre 1839 zuerst zu Chalonnes von Triger, später noch mehrfach daselbst, wie in Belgien, auch auf der Grube Maria, sowie bei der Wasserbaukunst[163]) angewendet. Auch in Oberschlesien hat man in neuerer Zeit auf der Grube Concordia bei Zabrze mittelst comprimirter Luft die Schichten schwimmenden Gebirges (Kursawka) durchteuft.

Das Wesentliche ist die Luftschleuse (sac à air), in welcher die Luft comprimirt wird; dieselbe kann verschieden angebracht werden, muss aber selbstredend luftdicht schliessen. Triger hing sie an Seilen in den Senkschacht, zu Douchy, Strepy, Seraing wurde sie an die obere Mündung des Schachtes befestigt. Starke Constructionen sind für die Luftschleuse erforderlich, damit sie den Druck aushalten kann. Die Kammer ist oben und unten durch Deckel geschlossen, in denen sich zwei Fahrlöcher befinden, welche mit nach Unten aufschlagenden Klappen geschlossen sind, ausserdem sind an dem oberen Deckel zwei Communicationshähne angebracht; durch die Kammer geht ein Luftrohr, welches ebenfalls mit einem Hahn versehen ist und ausserdem für stärkere Pressungen ein Sicherheitsventil enthält. Ein Manometer ist zur Controlirung des Luftdrucks vorhanden. Innerhalb der Schleuse befindet sich ein Haspel zur Förderung. In einem Wasserrohr steigen die Wasser auf, dasselbe muss verlängert werden können; beim Eindringen der Luft wird die Höhe, bis zu welcher das Wasser gedrückt werden kann, sehr gesteigert, weshalb man unten im Rohre Oeffnungen anbringt, um die Entstehung des Gemisches von Wasser und Luft zu reguliren; das Wasserrohr erhält einen Hahn, um es nach Bedürfniss fungiren zu lassen. Beim Ein- und Ausfahren der Arbeiter muss man die Pressung innerhalb und ausserhalb der Schleuse ausgleichen, wozu je nach der Höhe des Drucks eine Zeit von 15 und mehr Minuten erforderlich ist.

Die Arbeiten auf der Sohle sind sehr einfach. Wenn der Senkschacht schon eingedrungen ist, so teuft man ohne Weiteres ab, indem man stets alle Spalten mit fettem Thon u. dgl. m. verstopft, bis man feste Schichten erreicht, von denen aus man den Anschluss bewirkt; ist dies nicht der

---

[163]) Lottner ebenda Bd. 8. B. S. 43., wo auch die übrige Literatur citirt ist. — Bericht einer französischen Commission in Annales des mines. 7. Série, tome X. 1866. pag. 407. — Dingler polyt. Journal Bd. 189. S. 212. — Polyt. Centralblatt. 1868. S. 803.

Fall, so setzt man den Abschlusscylinder ein, den man beim weiteren Abteufen nach Unten verlängert, wie es Triger gethan hat.

Die stärkste bisher angewendete Pressung scheint $4^1/_2$ Atmosphären Ueberdruck nicht zu übersteigen, was $3^1/_2 . 32 = 112$ Fuss = (16,8 Lachter) 35 Meter Druckhöhe entspricht. Bei so starkem Druck steigt die Hitze sehr, weil bei der Compression der Luft Wärme frei wird, weshalb Abkühlung der Luft sich empfiehlt, indem man das Luftzuführungsrohr durch Wasser gehen lässt.

Bei den meisten Personen, welche sich in der Luftschleuse aufhalten, zeigen sich Anfangs Schmerzen in den Ohren oder Ohrensausen, was zu beseitigen ist, indem man den Speichel mehrmals heftig hinunterschluckt; im Uebrigen zeigen sich diese Beschwerden verschieden heftig nach den einzelnen Individuen, manche behalten mehre Tage lang eine ausserordentliche Empfindlichkeit des Gehörs. Man kann nicht pfeifen, man spricht durch die Nase, ein Ton erfordert Anstrengung, die höchsten Töne der Stimme gehen verloren; ein tauber Arbeiter hörte besser, als seine Kameraden. Die Verbrennung geht sehr lebhaft vor sich, so dass man Dochte aus Hanf statt der gewöhnlichen baumwollenen anwenden muss. Im Gegensatz hierzu war beim Bau der Brücke über den East River zu Brooklyn bei New-York, deren Pfeiler unter Anwendung von comprimirter Luft fundamentirt wurden, wahrgenommen worden, dass die Lichter nur mit kleiner, russiger Flamme brannten. In demselben Falle war bei den Arbeitern eine sehr gesteigerte Lungenthätigkeit constatirt worden, indem sich bei denselben nach einem Aufenthalt von $1^1/_2$ Stunden in der Luftschleuse die Pulsschläge von 82 auf 126, in einem anderen Falle nach einstündigem Aufenthalt von 84 auf 114 in der Minute vermehrten, doch liess die Stärke des Pulses nach; dabei war die Luft warm und feucht, so dass die Arbeiter transpirirten.[164]) Beim Ausfahren bildet sich in der Luftschleuse ein dichter Nebel von thonigem Geruch, auch entsteht ein empfindliches Gefühl von Kälte. Das Steigen der Fahrten ist leichter, als in gewöhnlicher Luft. Uebrigens ist eine stärkere Pressung auf die Dauer von schädlicher Wirkung auf den menschlichen Organismus, so dass man nur junge und kräftige Arbeiter verwenden darf. Ausser der Empfindlichkeit des Gehörs zeigen sich auch Schmerzen im Kopf und in den Gelenken, welche man durch Einreiben mit Branntwein oder Spiritus beseitigt. Nach dem Ausfahren müssen die Arbeiter sich warm kleiden und kräftige Nahrung zu sich nehmen.

Zu Seraing hängt die Luftschleuse aus Eisenblech mittelst gusseiserner Träger, welche zugleich eine Verstärkung des oberen Deckels bilden, auf starken Hölzern im festen Gebirge; auch der untere Deckel ist gleichfalls mit Verstärkungsbalken versehen. An diesem Deckel befindet sich unten ein gusseiserner Ansatz, innerhalb dessen die Cuvelage durch Schrauben

---

[164]) Berggeist. Köln 1872. S. 113. — Dingler polyt. Journal Bd. 203. S. 502.

niedergedrückt wird, dieselbe bildet also gleichsam eine Stopfbüchse, indem der Spielraum durch Moos und aufgestampften Lehm verdichtet wird. Die Fugen der Cuvelage werden durch Eisenkitt aus 10 Theilen Feilspäne, 2 Theilen Salmiak, 1 Theil Schwefel, der mit Wasser angefeuchtet wird, gedichtet.

## F. Verdämmungen in Strecken und Schächten.[165])

### I. In Strecken.

Man kann unterscheiden:

*a.* Dämme von Holz und zwar

1. Balkendämme
   - horizontale
   - vertikale
     - gerade
     - cylindorische
   - schleusenartige
2. Keildämme
   - mit Verdichtung von vorn
   - mit Verdichtung von hinten (Keilverspunden)

*b.* Dämme von Mauerwerk.

1. Mauerkörper, welche nur durch ihre Masse wirken.
2. Cylinderdämme.
3. Sphärische Dämme.

Im Allgemeinen hat man zu beachten, ob während der Ausführung der Wasserabfluss nicht gehemmt werden darf, alsdann ist die Herstellung von provisorischen Dämmen mit Rinnen und das Einlegen eines Wasserabflussrohres in den Hauptdamm erforderlich; ferner ist zu erwägen, ob an der Rückseite des Dammes gearbeitet werden muss, alsdann hat man eine Fahröffnung im Damm anzubringen; endlich hat man zu berücksichtigen, ob die Wasser später abgezapft werden sollen, in welchem Fall man am Wasserrohr einen Hahnverschluss herstellen muss.

Zu den Vorarbeiten für die Herstellung des Dammes gehört das Legen einer Wasserrinne und das Befreien des Raumes von Wasser, ferner das Bearbeiten des Gesteins, welches bei jeder Art der Verdämmung auf irgend eine Art keilförmig und stets mittelst Schlägel und Eisen erfolgt, selten und nur bei geringem Druck genügt das Einhauen von Schlitzen; übrigens muss das Gestein an der Stelle, wo der Damm eingebaut werden soll, gesund und geschlossen sein, weil sonst die abgedämmten Wasser

[165]) Bolze in Dr. Karsten Dr. u. v. Dechen Archiv. 1840. Bd. 14. S. 39. — v. Dechen, ebenda. S. 39. — Huyssen, ebenda. Bd. 25. S. 3. — Hilgenstock in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 4. B. S. 139. — Ponson III. 373. — Gätzschmann in Jahrb. f. d. Berg- u. Hüttenmann. Freiberg 1841. S. 25. — „Der Berggeist", Zeitg. f. B.-, H.-Wesen u. Industrie. Köln 1866. S. 297. S. 305.

sich hinter dem Damme durch das Gebirge durchdrücken. Wenn auf der Rückseite des Dammes gearbeitet wird, dann ist für Erneuerung der Wetter Sorge zu tragen.

### *a.* Holzdämme.

#### 1. Stehende Stämme.

Auf der Grube la Chartreuse in Belgien[166]) hatte man ein Fallen der Streckensohle von 19 bis 20 Grad. Die Seitenstösse wurden bearbeitet, aber nicht glatt, sondern rauh, um die Verbindung sicherer zu machen. Die Balken wurden kurz vor dem Gebrauch genau passend nach der Länge abgeschnitten, auf drei Seiten bearbeitet, während die vierte Seite nach dem Wasser zu baumkantig blieb. Auf der Sohle wurde eine Mooslage ausgebreitet, über welche Bretter von Weidenholz, etwas breiter als die

Fig. 281.

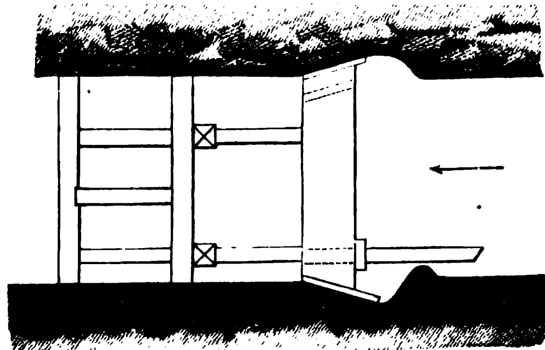
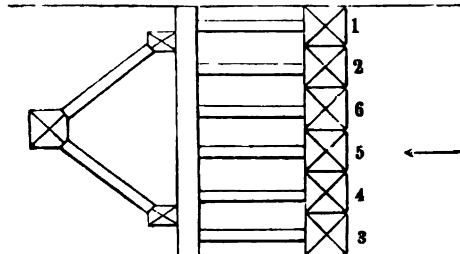


Fig. 282.




Balken, von (1 Zoll) 26 Millimeter Stärke gelegt wurden mit den Fasern in der Richtung der Strecke. (Fig. 281 Seitenansicht, Fig. 282 Grundriss.) Demnächst richtet man 2 Balken in dem einen, 3 in dem andern Stoss auf und stellt sie durch angenagelte Streben auf der Wasserseite fest; die

166) Gonot in Annales des mines. Série 3. t. IX. p. 137. — v. Dechen a a. O. S. 59.

äussersten beiden Balken lassen vorn gegen das Gestein eine kleine Fuge von ($^3/_4$ bis 1 Zoll) 20 bis 26 Millimeter, um besser verkeilen zu können; in einem der mittleren Balken ist ($28^1/_2$ Zoll) 0,75 Meter über der Sohle ein Loch gelassen, an welches hinten das Gerinne stösst, während vorn ein Lederschlauch zur Abführung der Wasser angenagelt ist. Der letzte, sechste, Balken erhält, um denselben fest anziehen zu können, einen durchgehenden Schraubenbolzen von ($1^1/_2$ Zoll) 40 Millimeter Stärke, der hinten mit einer Mutter versehen ist, welche von einer Klammer gehalten wird, um später von vorn ausschrauben zu können, wobei die Mutter herabfällt. Vor dem Damm befindet sich eine starke Spreize mit einem ähnlichen Bolzen, beide sind durch eine Kette verbunden; der letzte Balken des Dammes ruht in geneigter Lage hinter dem Damm auf einer Querspreize und wird hineingezogen durch Umdrehen der Schraubenmutter des zweiten Bolzens. Einer der Balken ist oben mit einem (4 bis 5 Linien) 10 Millimeter weiten Loche versehen, um einen Luftwechsel zu ermöglichen, was hier überflüssig erscheint. Nach der Aufstellung der Balken werden alle Zwischenräume mit Moos ausgefüllt, zuerst die Fugen an den Stössen, dann zwischen den Balken, demnächst auf der Sohle, endlich an der Firste. Hiernach folgt die Verkeilung mit Flachkeilen aus Weidenholz, dann mit schmaleren Keilen aus demselben Holz, endlich mit Spitzkeilen aus Eichenholz; das Verkeilen beginnt in der Mitte der Seitenstösse, schreitet von hier nach Oben und Unten und übrigens in derselben Reihenfolge, wie das Ausstopfen mit Moos vor. Endlich werden die Schraubenbolzen beseitigt und die Oeffnungen verspündet, zuletzt auch die zum Zuführen der Luft, wenn dieselbe voll ausgiesst. Vor dem Damme wird zur vollen Sicherheit noch eine Verspreizung vorgenommen.

### 2. Liegende Dämme.

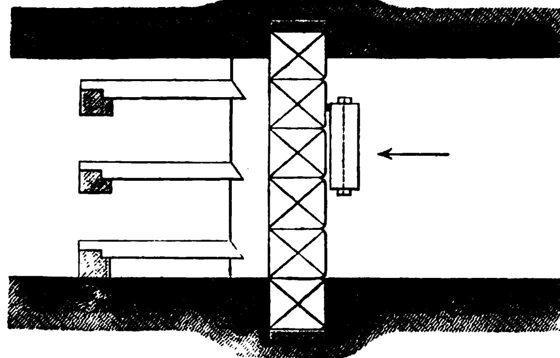
Die liegenden Dämme werden im Allgemeinen da anzuwenden sein, wo die Strecke eine geringe Breite und grosse Höhe hat, während die stehenden Dämme unter umgekehrten Verhältnissen Anwendung finden; sie sind, wie es scheint, in der Gegend von Lüttich entstanden und früher, als die stehenden eingeführt worden; auch zu Huelgoët im Departement Finisterre sind sie ausgeführt. Sie werden gegen Schlitze der Stösse gelegt, doch würde auch bei ihnen keilförmiges Stützen möglich sein; sie erhalten eine Einsteigeöffnung, was aber nicht wesentlich ist, und werden von hinten verdichtet.

Bei dem Verfahren zu Huelgoët[167]) hat man zuerst die rechtwinkelige Brüstung, den Schlitz, ausgehauen, wobei man grössere Vertiefungen im Gestein mit hydraulischem Mörtel ausfüllte. Die Stärke der eichenen Balken wurde auf fünffache Sicherheit bemessen, ihre Höhe so gross, wie möglich. Im mittleren Balken, welcher etwas dicker, als die

[167]) v. Dechen a. a. O. S. 66.

übrigen genommen wurde, ist ein rechteckiges Einsteigeloch, (16$^3/_4$ Zoll) 0,44 Meter lang, (9$^1/_2$ Zoll) 0,25 Meter hoch, eingebracht; auch der zweite Balken über der Sohle ist dicker und enthält zwei Abflussöffnungen für die Wasser. Die Balken sind (1$^3/_4$ Zoll) 46 Millimeter kürzer, als der Zuführungsraum im Gestein, ihre hinteren Kanten sind gebrochen (Fig. 283 Seitenansicht). Die Stösse des Zuführungsraumes werden mit Schwämmen

Fig. 283.



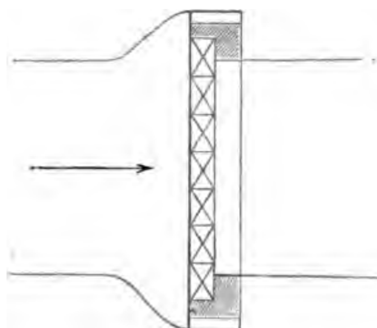
und gebranntem Kalk abgetrocknet; gegen die Stösse und die Sohlen sind (1 Zoll) 26 Millimeter dicke Tannenbretter gelegt, welche auf der äusseren Seite mit Leinwand bespannt und mit Kitt aus eingekochtem Leinöl, Bleiglätte, gebranntem, an der Luft zerfallenem Kalk und zerhacktem Werg bestrichen sind; auch zwischen den Balken wird Leinwand, welche auf beiden Seiten mit demselben Kitt bestrichen ist, gelegt. Jeder Balken wird unmittelbar nach dem Verlegen an den Stössen verkeilt und dabei durch Stempel, welche gegen die Firste abgesteift sind, niedergehalten. Zwischen dem obersten Balken und der Firste bleibt eine Fuge von ($^3/_4$ Zoll) 20 Millimeter, welche ebenfalls verkeilt wird, doch geschähe das Verkeilen vielleicht besser in einer mittleren Fuge. Demnächst werden die Fugen an der Wasserseite kalfatert und darüber mit Kitt bestrichene Leinwandstreifen genagelt. Den freigebliebenen Zuführungsraum füllt man bis zu den gewöhnlichen Streckendimensionen mit Beton an, **a a** in der Figur. Die Einsteigeöffnung sollte mit einem Spund aus 3 Stücken Tannenholz verschlossen werden, was indess misslang; man brachte deshalb eine (24$^1/_2$ Zoll) 64 Centimeter lange, (16 Zoll) 42 Centimeter hohe, (4$^1/_2$ Zoll) 12 Centimeter starke Klappe aus Buchenholz an, welche von der Innenseite, ebenso wie die Oeffnung selbst, mit einem Lederrande versehen ist; dieselbe wurde über der Oeffnung aufgehängt, Anfangs mit Eisenstangen angezogen, bis später der Wasserdruck sie von selbst schloss. Die Klappe würde bei etwaiger Durchbiegung nicht mehr schliessen, weshalb sie von vorn verstrebt wurde. Zu Lüttich verschliesst man die Oeffnung mit keilförmig bearbeitetem Spund, welcher mittelst Schraubenbolzen von vorn angezogen wird.

In Belgien legt man die liegenden Dämme, auch ohne Einsteigeloch, mit schräger Zuführung an, so dass der untere und obere Balken hinten höher, als vorn, zugerichtet werden muss. Ringsum bringt man auf die Zuführungsfläche Moos an und zwischen den Balken Tannenbretter; das Verkeilen der Fugen erfolgt von vorn. Auf der Grube Nouvelle Haye hat man bei ($4\frac{1}{2}$ Fuss) 1,412 Meter Weite, (5 Fuss) 1,569 Meter Höhe der Strecke 3 Balken von (24 Zoll) 0,628 Meter Dicke, (20 Zoll) 0,523 Meter Höhe, die dazwischen gelegten Bretter sind ($\frac{1}{2}$ Zoll) 13 Millimeter stark; die Druckhöhe beträgt (15 Lachter) 31,385 Meter.

Auf der Grube Centrum bei Eschweiler hat man in einem ($5\frac{1}{2}$ Fuss) 1,726 Meter hohen, ($4\frac{1}{2}$ Fuss) 1,412 Meter weiten Querschlage bei Druckhöhen von (9 bis $10\frac{1}{2}$ Lachter) 18,831 bis 21,970 Meter einen ähnlichen Damm, wie zu Huelgoët; das Eichenholz ist (10 Zoll) 0,262 Meter stark, gegen die Firste ist eine Bohle gelegt und daselbst die Verkeilung begonnen, worauf erst später an den Köpfen der Balken verkeilt ist, was richtiger scheint, als das Verfahren zu Huelgoët.

Zu Dieuze hat man bei einer Art solcher Dämme wirkliche Schlitze, Fig. 284, ausgehauen und die Balken hineingelegt, so dass für die letzten

Fig. 284.



oberen Balken eine Erweiterung nöthig wird; das Verkeilen erfolgt senkrecht zu den Stössen in einem Raum von ($2\frac{1}{4}$ Zoll) 59 Millimeter, was zwar leicht sein mag, aber sehr festes Gestein voraussetzt. Im anderen Falle stellt man in den Schlitz ein Geviere auf und verkeilt dies gegen die Schlitzflächen, ähnlich wie bei der Schachtzimmerung; die Gevierthölzer haben nach hinten einen Einschnitt, in welchen Bohlen horizontal eingelegt werden. Dies wird dicht nur gelingen, wenn man von höheren Bauen aus Zugang zu der Wasserseite hat; dagegen wird sicher durch Anwendung eines solchen Gevieres das Gestein am wenigsten angegriffen.

Im Schafbreiter Revier bei Eisleben [168]) hat man auf ähnliche Weise für Klotzdämme ein Geviere gelegt, indem man in den Stössen, in der Firste und Sohle auf (4 Fuss) 1,255 Meter Breite zuführte, ein (2 Fuss)

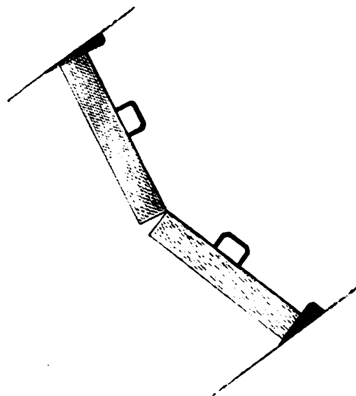
[168]) Bolze, a. a. O. S. 13.

0,628 Meter breites Geviere mitten hineinlegte und zu beiden Seiten desselben in allen 4 Stössen, ähnlich wie bei Schächten, durch Picotagebohlen, Klötze und Picotiren verdichtete. Aehnlich ist daselbst auch eine Spalte im Rothliegenden durch Eintreiben erst weicher, dann harter Keile vorläufig geschlossen, dann ein Geviere von (1 Fuss) 0,314 Meter im Quadrat starken Eichenholz davor gesetzt, welches ringsum mit getheerten Hanffäden umgeben und mit weichen Keilen verkeilt wurde, alsdann wurde der Raum zu beiden Seiten von (10½ Zoll) 0,275 Meter Breite mit Picotageklötzen verdichtet. Aehnlich verkeilen auch die Engländer einzelne Quellen in sonst dichtem Gestein.

### 3. Schleusendämme.

Das Flötz Diamant der Grube Chartreuse bei Lüttich[169]) hat ein Fallen von 45 bis 50 Grad, die Höhe der Strecken beträgt (13 Fuss) 4 Meter; Hangendes und Liegendes besitzen nicht gehörige Festigkeit, wogegen die Kohle besser zum Widerlager geeignet ist. Zur Einbringung des Schleusendammes führt man die Kohlenstösse winkelrecht zum Flötzfallen zu und entfernt das gebräche Hangende und Liegende. In vier Lagen werden 8 Balken von Buchenholz, (22½ Zoll) 0,588 Meter stark, etwa (17 Zoll) 0,445 Meter hoch, auf und neben einander so gelegt, dass sie nach der Wasserseite (11¾ Zoll) 0,307 Meter vorspringen; Fig. 285 stellt den Grundriss dar. In der Mitte nach der Wasserseite zu bilden die

Fig. 285.



Balken eine keilförmige, (2½ Zoll) 65 Millimeter weite Fuge, ebenso vorn auf der trocknen Seite an den Stössen. Am Hangenden und Liegenden sind keilförmige Tannenbretter und Moos zur Verdichtung angebracht, ebenso Keile und Moos zwischen Kohle und Balkenköpfen und Moos zwischen den Balken. Die obersten Balken werden durch Handgriffe und

---

[169]) v. Dechen, a. a. O. S. 75.

Winden angezogen und festgelegt. Das Verkeilen zwischen Brettern und Balken am Hangenden und Liegenden, sowie zwischen den Keilen und Köpfen an der Kohle erfolgt wie gewöhnlich.

### 4. Keildämme.

Im Mansfeldischen erfolgt das Aussetzen des oben erwähnten Keilgevieres aus Eichenholz durch (2 Fuss) 0,628 Meter lange Keile aus Kiefernholz, deren Seitenflächen eine solche Neigung haben, dass ihre Verlängerung in einem (22 Fuss) 6,905 Meter entfernten Punkte zusammentrifft. Die Keile werden so über einander gelegt, dass die vertikalen Fugen alterniren; ein Fahrrohr von (14 Zoll) 0,366 Meter Durchmesser wird eingelegt, damit die Schlusskeile von der Wasserseite aus eingebracht werden können. Das Ort hat vor der Zuführung eine Höhe von ($5^1/_2$ Fuss) 1,726 Meter, eine Weite von (4 Fuss) 1,255 Meter, nach der Zuführung beziehungsweise ($7^1/_2$ und 6 Fuss) 2,354 und 1,883 Meter. Beim Auftreten des ($10^1/_3$ Lachter) 22 Meter hohen Drucks wird das Harz aus den kiefernen Picotage und Dammklötzen herausgepresst, weshalb man mit Keilen nachhelfen muss; durch den Druck werden die Keile etwa (1 Zoll) 26 Millimeter weit nach vorn gerückt.

Auf den Gruben Spanbruch und Prick bei Achen[170]) hat man einen Keildamm mit Schluss von der vorderen Seite angelegt. Der Querschlag ist auf (3 bis 4 Fuss) 0,942 bis 1,255 Meter Länge gleichmässig erweitert, auf der trockenen Seite (6 Fuss) 1,883 Meter, auf der Wasserseite ($6^1/_2$ Fuss) 2 Meter hoch; die Berarbeitung der Stösse erfolgt in Form einer Pyramide, deren Spitze ($38^1/_8$ bis $41^1/_3$ Fuss) 12 bis 13 Meter vor der Vorderseite des Dammes liegt. Die Keile jeder Lage sind gleich stark, aber verschieden stark in den einzelnen Lagen, um das Holz besser benutzen zu können, die Stärke beträgt (6 bis 8 Zoll) 16 bis 21 Centimeter, selten (4 bis 5 Zoll) 10 bis 13 Centimeter; sie werden abgehobelt und so abgeschrägt, dass die Verlängerung der Seitenflächen in eine Spitze zusammentrifft; nur der Schlusskeil jeder Lage und die beiden daran stossenden machen eine Ausnahme, da jener auf der Wasserseite ($^1/_2$ Zoll) 13 Millimeter schmaler, als auf der trocknen Seite ist, indess kann er doch nicht durch den Druck herausgetrieben werden, weil er, wie alle anderen Keile, auf der Wasserseite höher ist, als vorn. Der Schlusskeil darf zunächst nur auf die Hälfte seiner Länge passen, die andere Hälfte wird mit eisernen Stampfern eingetrieben. Beim Aufeinanderlegen der Lagen hat man darauf zu sehen, dass die vertikalen Fugen abwechseln. In der Mitte ist eine Schlusslage angebracht, deren Keile zunächst auf ein Drittel der Länge passen und eingetrieben werden, wenn der Damm aufgebaut ist. Damit das Eintreiben der Schlusskeile die Hölzer nicht verschiebt, sind hinter dem Damm 3 vertikale, (6 Zoll) 16 Centimeter starke Stempel

---

170) v. Dechen, a. a. O. S. 79.

aufgestellt, welche eingebühnt und mit starken Bohlen nach der trockenen Seite benagelt werden. Die Schlusslage wird durch eine (8 bis 9zöllige) 21 bis 24 Centimeter starke, abgespreizte Schwelle gesichert, demnächst wird die Abflussöffnung verspündet, auch beseitigt man Undichtigkeiten durch Verkeilen. Der Sicherheit wegen bringt man vor diesen Damm einen zweiten von (2 Fuss) 0,628 Meter Stärke und stampft den Zwischenraum von (1 Fuss) 0,314 Meter Breite mit Letten aus, der zwar nicht unmittelbar hilft, aber durch Eindringen in die Fugen des vorderen Dammes denselben verdichtet. Auf der Grube Prick hat man die Seitenstösse vor dem Legen der Keile mit Mörtel aus ungelöschtem Kalk, weichem Käse und feingezupftem Moose bestrichen.

Bei dem Keilverspünden in Sachsen[171]) findet das Arbeiten auf der Rückseite statt, es unterscheidet sich von den anderen Keildämmen wesentlich dadurch, dass es nach der Kugeloberfläche geformt, mit radialen Seitenflächen begränzt ist, also Ausschnitte einer Hohlkugel darstellt. Die Stärke der ausgeführten Keilverspünden beträgt gegen (6 Fuss) 1,883 Meter, der innere Radius nach Gätzschmann im Durchschnitt (12 Ellen) 6,5 Meter bei ($^1/_4$ Lachter) 2,615 Meter Streckenhöhe, für Druckhöhen über (100 Lachter) 200 Meter ist er indess geringer zu wählen und beträgt auf der Grube Churprinz bei Freiberg (18 Fuss) 5,649 Meter, auf der Grube Abraham ($20^1/_2$ Fuss) 6,434 Meter. In Sachsen nimmt man zu den Keilklötzen, welche am vorderen, schwächeren Ende (6 bis 7 Zoll) 16 bis 18 Centimeter Breite haben, Nadelholz, Fichte, Tanne, Kiefer; das Holz muss ganz trocken sein und über Tage genau bearbeitet und numerirt werden.

Den Mittelpunkt des Kugelausschnitts bezeichnet und fixirt man und bringt von dort eine Schnur an, welche zugleich als Radius und Lehre für die Zuführung dient, wofür man die gewöhnliche Streckenform anhält, um an Arbeit zu sparen; zweckmässig macht man die Zuführung länger, als die Dammstärke, weil unter starkem Druck der ganze Damm nach vorn vorrückt.

Auf die Sohle legt man doppelt genommene, innerhalb getheerte graue Sackleinwand, welche man als Mantel um den ganzen Damm mitnimmt. Die beiden äussersten Holzklötze jeder Lage werden an Ort und Stelle genau angepasst, worauf eine provisorische Verlagerung jeder Lage von den Seiten nach der Mitte erfolgt, um den Schlusskeil abmessen zu können, der dann erst bearbeitet wird, man giebt ($^1/_4$ bis $^3/_8$ Zoll) 7 bis 10 Millimeter zu, je nach der Zahl der Fugen und nach dem Ermessen, ob man ihn ganz wird eintreiben können. Erst nach dem vorläufigen Einpassen bringt man die Liderung durch die Leinwand an und verlegt dann die Klötze definitiv.

---

[171]) v. Dechen, a. a. O. S. 84. — Gätzschmann in Jahrb. f. d. Berg- u. Hüttenmann. Freiberg 1839. S. 9. 1841. S. 25.

Bei dem Aufeinanderlegen der einzelnen Lagen hat man dafür zu sorgen, dass die vertikalen Fugen alterniren. Die Leinwand befestigt man für die letzten Lagen an Döbbeln in der Firste.

Für den Wasserabfluss bringt man ein stärkeres Holz (a in Fig. 286 und 287) von (12 bis 20 Zoll) 0,314 bis 0,523 Meter Seitenbreite, durch

Fig. 286.

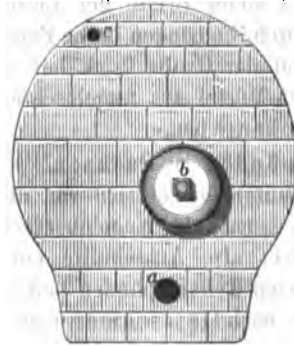
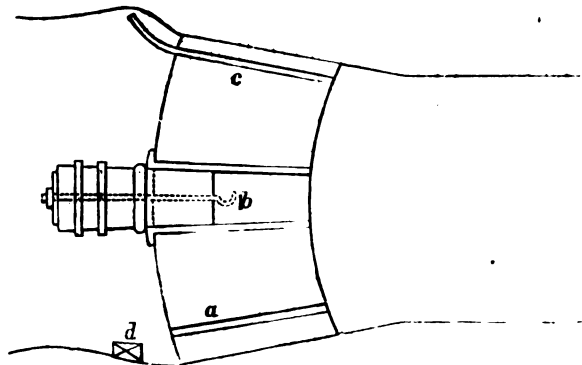



Fig. 287.




2 Lagen reichend, an; dasselbe wird je nach der Wassermenge (2 bis 4 Zoll) 52 bis 105 Millimeter weit durchbohrt und das so entstandene Loch auf die hinteren (20 Zoll) 0,523 Meter konisch erweitert; dies hat man erst nöthig, wenn der Damm das möglichst hoch gelegene Gerinne erreicht, welches man an das Loch anstossen lässt, wobei man dafür Sorge zu tragen hat, dass vorn und hinten der Zuführungsraum trocken bleibt.

Das Fahrrohr b wird in halber Höhe angebracht; die vordere Hälfte ist cylinderisch, von etwa (18 Zoll) 0,471 Meter Durchmesser, und wird nach hinten um etwa ($2\frac{1}{2}$ Zoll) 65 Millimeter konisch erweitert; hinten hat das Rohr einen (1 Zoll) 26 Millimeter hohen, vorspringenden Rand, mit welchen es sich an die Hinterwand des Dammes anlehnt. Die Hölzer der Schichten, in welchen die Fahrröhre liegt, werden genau nach der

Schablone bearbeitet, ausserdem wird das Rohr mit dichtender Leinwand umwickelt.

Zur Abführung der angespannten Luft wird in der zweiten Schicht von Oben ein Holz mit einem (1 Zoll) 26 Millimeter, höchstens (2 Zoll) 52 Millimeter weiten Loche c durchbohrt und daran hinten eine knieförmig gebogene Ansatzröhre angebracht.

Das Luftrohr wird Vorn verspundet, für das Fahrrohr und das Wasserrohr werden die Spunde hinter dem Damm vorräthig gehalten. Vor dem Verspunden erfolgt das Verkeilen auf der hinteren gewölbten Seite in dem Holze selbst. Zuerst treibt man weiche Keile aus Fichtenholz ein, dieselben haben einen linsenförmigen Durchschnitt, sind (30 Zoll) 0,785 Meter lang, oben ($1^1/_4$ Zoll) 33 Millimeter stark, (3 bis 4 Zoll) 78 bis 105 Millimeter breit; sie werden schräg gestellt und um alle Fugen, an der Fahrröhre, an den Stössen oft drei- und vierfach eingekeilt; dann setzt man Keile von hartem Holz, (18 Zoll) 0,471 Meter lang, (1 Zoll) 26 Millimeter stark, oben (2 bis $2^1/_2$ Zoll) 52 bis 65 Millimeter breit ein, endlich auf Erfordern, namentlich in der Schicht über der Sohle eiserne Keile von (18 Zoll) 0,471 Meter Länge, (3 Zoll) 78 Millimeter Breite, (1 Zoll) 26 Millimeter Stärke. Das Verkeilen schreitet von Oben nach Unten fort, zuletzt sind alle Fugen verschwunden, so dass der Ton beim Anschlagen ganz hell ist.

Die Rückseite wird mit alter Kunstschmiere, aus Pech, Seifensiederlauge, Seife und Leinöl bestehend, welche durch Erwärmen flüssig gemacht und mit wenig Theer und ungelöschtem Kalk versetzt ist, bestrichen. Auf der Sohle bringt man auch wohl in (2 Zoll) 52 Millimeter Abstand eine kantige Spreize d an und stopft den Raum zwischen dieser und dem Damm mit Seilfäden, welche in demselben Kitt getränkt sind, dicht aus.

Der Spund für das Fahrrohr ist aus Rothbuchenholz, etwa ($3^1/_2$ Fuss) 1 Meter lang und etwas stärker als der lichte Durchmesser des konischen Theils des Rohrs gefertigt, hinten ist er mit 3 Ringen gebunden und geht genau passend (1 Elle) 0,523 Meter tief in das Rohr. Durch den Spund geht eine ($1^1/_2$ Zoll) 39 Millimeter starke Zugstange, welche fest eingedichtet ist und vorn mit einem Haken, hinten mit einer Schraubenmutter versehen ist. Die Liderung des Spundes in der ($2^1/_2$ Zoll) 65 Millimeter breiten, ($^1/_2$ Zoll) 13 Millimeter tiefen ringförmigen Aushöhlung des Rohrs besteht aus in Talg getränkten Hanffäden, welche beim Einziehen des Spundes eine (1 Zoll) 26 Millimeter dicke Wulst bilden; über die Hanffäden wird Leinwand gelegt, welche mit Kolbenzwecken befestigt wird. Der Spund wird unter Erwärmen stark mit Talg getränkt und mittelst Ketten und Winden von vorn angezogen.

Der Spund für das Wasserrohr ist (28 Zoll) 0,732 Meter lang, etwas stärker als der konische Theil des Wasserrohrs, hinten mit einem eisernen Ringe versehen. Dieser Spund wird nach Fertigstellung des Dammes von

Hinten eingetrieben, wobei die Arbeiter zum Fahrrohr ausfahren und für dieses den Spund von Vorn her anziehen; endlich erfolgt das Verspünden des Luftrohrs von Vorn, sobald die angespannten Wasser durch dasselbe austreten. Zuletzt verkeilt man noch die vordere Seite des Dammes ganz ähnlich, wie es früher hinten geschehen war; alsdann tritt das Wasser bei guter Ausführung nur noch in Gestalt feiner Nebel durch die Zwischenräume der Holzfasern hervor.

Die Druckhöhen betrugen bis (118 Lachter) 247 Meter, bei zwei derartigen Ausführungen hatte man (auf den Quadratzoll einen Druck von 167,7, beziehungsweise 247,6 Pfund) auf den Quadratcentimeter von 12,25, beziehungsweise 18,39 Kilogramm.

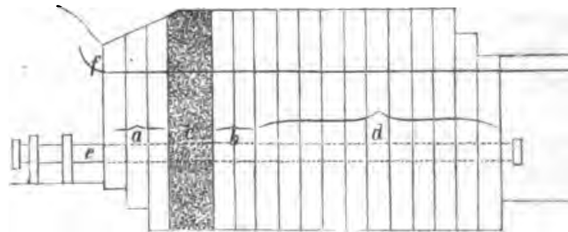
Auf Churprinz Friedrich August rückte das Verspünden innerhalb 746 Tagen um ($25^7/_8$ Zoll) 0,677 Meter vorwärts, in noch weiteren 506 Tagen um (3 Zoll) 0,078 Meter, so dass die Bewegung erst in $3^1/_2$ Jahren ganz aufgehört hat.

### b. Gemauerte Dämme.

#### 1. Massive Mauerkörper.

Die Ausführung eines massiven Mauerdammes findet sich auf dem Schachte Grand Trait de l'Agrappe [172]) in einer Stärke von 5,40 Meter; die Sohle und Firste ist 0,70 Meter tief eingehauen, die Form der Mauer ist aus Fig. 288 ersichtlich, sie beginnt mit einer Schicht a aus 3 Ziegel-

Fig. 288.




stärken, von welcher etwa 0,5 Meter entfernt eine zweite Schicht b aus 2 Ziegelsteinstärken folgt, während der Raum zwischen beiden mit Mörtel c ausgefüllt wird, endlich führt man den übrigen Theil d aus, welcher in terassenförmigen Schichten nach Innen und Oben aufgemauert wird. Der Mauerkörper wird mit Wasserrohr e und Luftrohr f versehen. Derselbe widersteht nur durch sein eigenes Gewicht und muss sehr sorgsam ausgeführt werden, weshalb man besser gewölbte Formen nimmt.

Auch auf der Grube Maria bei Aachen ist ein solcher massiver Mauerkörper eingebaut. [173])

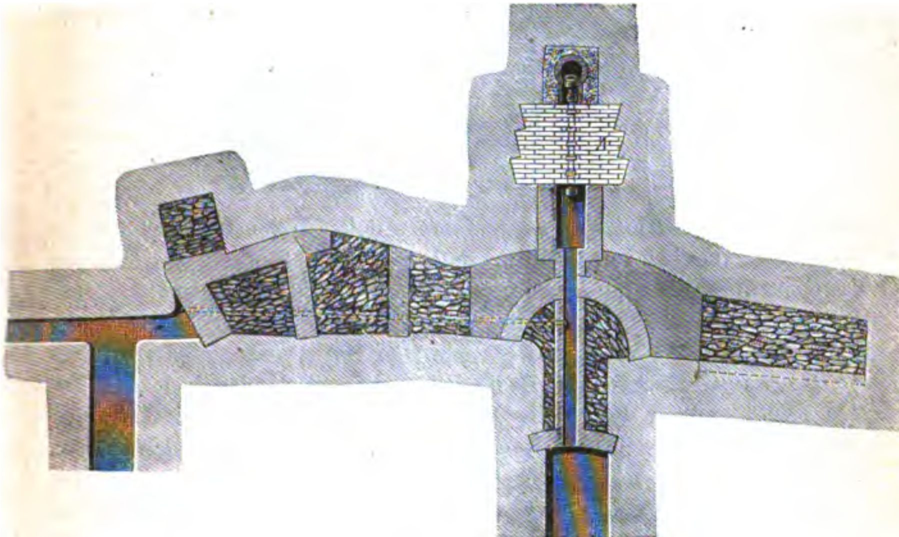
---

[172]) Ponson III. 402.

[173]) Honigmann in Berg- u. Hüttenm. Ztg. v. Kerl u. Wimmer. Leipzig 1865. S. 185.

Eine Absperrung sehr bedeutender Wasserzuflüsse durch einen Mauerdamm ist auf dem Schacht Monterrad No. 1 zu Firminy erfolgt.[174]) Man war von der Abbaustrecke aus in dem 6 Meter mächtigen Flötze (grande couche) mit einem Ueberhauen 16 Meter in die Höhe gegangen und hatte sich einem alten, mit Wasser gefüllten Abbau genähert, als plötzlich grosse Wassermengen aus dem Firstenbruche von etwa 6 Meter Höhe und 1,50 bis 3,00 Meter Durchmesser hereinbrachen, welche 500 Hektoliter in der Stunde betrugen; ausserdem war in der Strecke beim Ansatzpunkt des Ueberhauens die Firste zerrissen und undicht geworden, so dass nicht nur die Wasser abgesperrt, sondern auch die Strecke gesichert werden musste, was durch eine gemeinschaftliche Mauerung geschah. Fig. 289 und 290. In dem Ueberhauen wurde der Hauptmauerdamm A

Fig. 289.

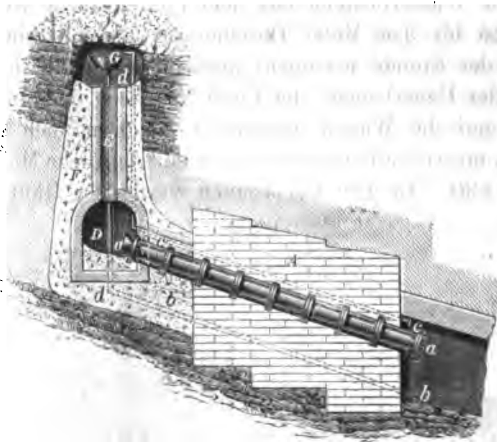


in einer Stärke von 5,50 Meter aufgeführt, die Breite des Ueberhauens betrug 3,50 Meter, die Höhe 2,60 Meter bis 2,80 Meter. Der Damm wurde in das Liegende des Flötzes in 3 Stufen von 0,60 Meter bis 0,80 Meter Höhe eingebühnt; dieselben Stufen befinden sich auf der Oberfläche des Dammes, wo er in die Dachkohle eingreift, und sind dieselben ein wenig nach vorn geneigt. Auch an beiden Seiten sind derartige Absätze, welche 1,30 Meter bis 1,80 weit an den Stössen des Ueberhauens in die Kohle eingreifen. Die Mauer wurde aus Klinker und mit Cement von Grenoble ausgeführt. Durch die Mauer wurden drei Röhren geleitet. Die eine aa von Gusseisen 0,50 Meter weit diente zum Durchkriechen der Arbeiter

[174]) Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure. Berlin. Bd. 14. S. 200. — Chanselle: serrement en maçonnerie in Bulletin de la société de l'industrie minérale. Paris. t. XIV. p. 209.

und zur Durchführung des Mauermaterials, sobald die Höhe des Dammes es nicht mehr gestattete, darüber hinweg zu gelangen; dasselbe ist cylinderisch und nur an seinem hinteren, dem Wasser zugekehrten Ende konisch, wo beim späteren Schluss des Dammes ein konischer Zapfen von Buchen-

Fig. 290.



holz hineinpasst. Ein zweites gusseisernes Rohr bb von 0,15 Meter Weite diente zum Durchlass des Wassers während der Aufführung des Dammes, liegt möglichst nahe an der Sohle desselben und wurde gleichfalls mittelst konischen Zapfens auf der inneren Seite geschlossen. Möglichst nahe der Krone des Dammes ist ein drittes, nur 0,01 Meter weites kupfernes Rohr cc angebracht, durch welches beim Aufgang der Wasser nach dem Schluss der beideu anderen Rohre die hinter dem Damm befindliche Luft austreten konnte; dasselbe ist das Ueberhauen aufwärts bis in den Firstenbruch geführt, um auch von dort her die Luft austreten zu lassen. Die Röhren mussten sorgfältig in Cement verlagert werden, um den Damm an den Wandungen nicht undicht werden zu lassen. Noch während der Aufführung des Dammes mauerte man zugleich den darüber liegenden Theil des Ueberhauens und den Firstenbruch aus. Das Ueberhauen wurde mit einem Gewölbe von 1 Meter Durchmesser und 1,10 Meter Höhe versehen, daran schloss sich ein glockenförmiger Raum D von 1,50 Meter Durchmesser und 2,00 Meter Höhe, auf welchen eine Esse E aufgesetzt wurde, welche unten 0,60 Meter und oben 0,60 Meter Durchmesser hat. Diese Mauern sind aus Ziegeln und hydraulischem Kalk ausgeführt und sämmtlich mit einem Beton, aus hydraulischem Kalk und Sand und Granitstücken bestehend, hinterfüllt, welcher in den Figuren mit F bezeichnet ist. Um die Arbeiter bei der Ausführung dieser Arbeiten nicht durch die grossen Wassermassen belästigen und den Mörtel in der Mauer, so wie den Beton nicht fortspülen zu lassen, brachte man unter der Firste der Glocke einen möglichst grossen Trichter G an, welcher durch ein Rohr dd

mit dem Rohr bb im Damme verbunden war, so dass die Wasser in den Trichter fielen und mittelst der Rohre dd und bb vor den Damm geführt wurden. Nach Vollendung der Arbeit brachte man auch in den glockenförmigen Raum D noch so viel Beton, dass man den hölzernen Zapfen zum Verschluss des Rohrs aa noch handhaben konnte. Demnächst handelte es sich noch darum das Aufhauen vor dem Mauerdamm und die Strecke sicher zu stellen, was in der in Figur 289 angedeuteten Weise durch Einbringung von Mauerkörpern und dazwischen aufgeschichteten Bergen geschah. Die Mauerung wurde in Hausteinen und hydraulischem Kalk, die Gewölbemauern in dem Ueberhauen und die Widerlagebogen in Ziegelsteinen ausgeführt.

Nachdem alle diese Arbeiten vollendet waren, schritt man zur Schliessung des Dammes. Zunächst zog man den hölzernen, für das Arbeitsrohr bestimmten Zapfen, welcher hinter dem Damm in dem Raume D lag und an einer durch das Rohr führenden Kette befestigt war, in das konische Ende des Rohrs allmälig ziemlich fest ein, es dem Wasserdruck überlassend, den Zapfen ganz fest einzudrücken; demnächst schloss man das Wasserrohr vorn mit einem Zapfen und einem davor gelegten eisernen Verschluss, worauf das Wasser sehr schnell hinter dem Damm stieg und zu dem Luftrohr einen Ausweg suchte, worauf das Arbeitsrohr aa auch vorn mit einer eisernen Klappe geschlossen wurde. Ein an das Luftrohr angebrachtes Manometer, welches anfänglich den Druck von 1 Atmosphäre anzeigte, stieg schnell auf 3 Atmosphären und nach einigen Tagen allmählig bis zu 6 Atmosphären, wo es stehen blieb. Nach dem Schluss der Arbeiten fand man in der Strecke, wo vor dem Wasserdurchbruch 500 Hektoliter Wasser in 24 Stunden und nach dem Durchbruch 12000 Hektoliter in 24 Stunden wahrgenommen waren, nur noch 475 Hektoliter in 24 Stunden, welche sich nach 3 Jahren auf 420 Hektoliter ermässigt haben, so dass die Ausführung als gelungen anzusehen ist.

Hierher gehören auch diejenigen Verdämmungen, wo der abdämmende Körper nicht gemauert ist, sondern in einer gleichmässigen homogenen Masse besteht.

Auf den Sinkwerksanlagen im Salzkammergut ist man bemüht, die Süsswasserquellen von dem salzhaltigen Haselgebirge abzuhalten und sucht dies durch Lettenverdämmungen zu erreichen. Zu Aussee sollte in einem Untersuchungsquerschlage, welcher im Haselgebirge mit verschiedenem Salzgehalt, theilweise in völlig ausgelaugtem Thon anstand und ca. 95 Meter lang war, eine Quelle abgedämmt werden, was man wiederholt durch einen Lettenkörper aus sog. Werklaist mit eingelegtem Holzrohr versuchte, den man in den Querschlag einbrachte; es gelang nicht, die Wasser abzusperren, da dieselben nach längerer oder kürzerer Zeit hinter dem Damm wieder durchbrachen. Zuletzt führte man die Stösse der Strecke von Neuem völlig rein wieder nach, um eine innigere Verbindung der dämmenden Lettenmasse mit den Stössen zu bewirken und

machte den Lettenkörper 9,5 Meter stark, legte auch ein eisernes Abzugsrohr hinein, dennoch erzielte man einen definitiven Abschluss nicht, indem nach 5 Jahren die Wasser in der Firste abermals durchbrachen. — Aehnliche ungünstige Erfolge hatte man zu Ischl, wo eine im Kalkgebirge in einer Strecke auftretende Quelle durch einen massiven Körper aus Werklaist von 15 Meter Länge abgedämmt werden sollte, der Durchbruch aber unmittelbar nach Verschluss des Rohres erfolgte. — Auch zu Hall, wo man in einer in Kalkstein anstehenden Strecke den Abdämmungskörper aus Cementkalk herstellte, sind keine günstigeren Resultate erzielt worden. Die Wasserdurchbrüche erfolgten immer an der Gränze zwischen der Dammmasse und der Streckenwand, in der Regel in der Firste. Offenbar hat keine innige Verbindung zwischen der Gebirgsmasse und dem Dammmaterial stattgefunden, auch konnte namentlich in der Firste wegen ungünstiger Stellung der Arbeiter die Verschlagung nicht mit der gehörigen Kraft ausgeführt werden. Wenn dessenungeachtet gerade auf den Sinkwerksanlagen die Verdämmungen der Sinkwerke mit Erfolg ausgeführt werden, so liegt dies daran, dass zu diesen gesalzener Wehrlaist verwendet wird, welcher mit gesalzenem Gebirge in Verbindung tritt und eine innigere Verbindung mit diesem eingeht, auch hier das dämmende Material nur den Angriffen mehr oder weniger gesättigter Soole ausgesetzt ist, während das reine Wasser zum Durchdringen geneigter ist.[175])

2. Cylinder- und Kugeldämme.

Die Kugeldämme erfüllen den Zweck am vollständigsten, sind aber etwas schwieriger herzustellen. Bei den Cylinderdämmen steht die Achse in Querschlägen immer und auch sonst in der Regel vertikal, dagegen beim Abschliessen von Oertern in Kohlenflötzen von starker Neigung wohl in der Richtung der Falllinie;[176]) die Cylinderdämme müssen im Allgemeinen dicker sein, als die Kugeldämme.

Als Material dienen fast ausschliesslich Ziegel, selten und auch dann wohl nur bei Cylinderdämmen, so wie bei geringerem Druck Bruchsteine, wie auf der Grube Nachtigall bei Witten.[177]) Zum Bindemittel nimmt man hydraulischen Mörtel irgend welcher Art. Bei dickeren Mauern arbeitet man mit concentrischen Mörtelfugen, also in mehreren Abtheilungen, bringt auch wohl stärkere Lagen von Mörtel zwischen die Gesteinschichten.[178])

Ein Fahrrohr ist niemals nöthig, ein Luftrohr ist überflüssig, dagegen wird nach Bedürfniss ein Wasserrohr angebracht, welches bei grösserer Länge im hinteren Theil am besten konisch geformt wird, während der vordere Theil cylinderisch ist, um durch einen Spund ab-

---

175) Aichner über Wasserverdämmungen an der Haselgebirgsgränze in österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1871. S. 161.

176) Hilgenstock, Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 4. B. S. 140.

177) Huyssen, Karsten u. v. Dechen Archiv. Bd. 25. S. 19.

178) Ponson III. 404.

schliessen zu können; übrigens kommen auch ganz cylinderische Rohre vor, die man nur durch Keile von vorn und durch einen Deckel schliesst, welcher auch bei den verspundeten Rohren zweckmässig ist. Das Rohr muss möglichst nahe an der Sohle liegen; es erhält mehrere Flanschen, mit denen es in das Mauerwerk eingreift und je nach dem Durchmesser verschiedene Wandstärken, im Durchschnitt (1 Zoll) 26 Millimeter. Bevor man das Rohr schliesst, muss das Mauerwerk gehörig erhärtet sein, so dass sich die Zeit nach der Art des Mörtels richtet.

Der Krümmungsradius liegt gewöhnlich zwischen ($3^1/_2$ und 5 Lachter) 7 und 10 Meter Länge, wonach sich die Mauerstärke berechnen lässt, wobei man aber jedenfalls sehr grosse Sicherheit geben muss. Auch kommen wohl geringere Radien vor, wie z. B. auf Grube Engelsburg[179]) in einem 53 Grad fallenden Flötze ein Cylinderdamm mit geneigter Achse bei (8 Fuss) 2,5 Meter Sehne, (12 Zoll) 0,314 Meter Pfeilhöhe mit ($8^1/_2$ Fuss) 2,668 Meter Radius, ein Doppeldamm auf derselben Grube, welcher von beiden Seiten Druck aushalten soll, mit (6 Zoll) 120 Millimeter Spannung auf (50 Zoll) 1 Meter Sehne mit einem Radius von (6 Fuss 7 Zoll) 2 Meter, auf der Grube Eintracht bei Steele ein Kugeldamm bei innerer Sehne von (48 Zoll) 1,25 Meter und (5 Zoll) 130 Millimeter Spannung mit (5 Fuss) 1,569 Meter Radius. — Auch auf den Gruben des Oberharzes hat man zum Zurückdämmen der Wasser von bedeutender Druckhöhe kugelsegmentförmige, aus Klinkern und Cement ausgeführte Dämme eingebaut und überall sehr günstige Resultate erzielt; auf Grube Samson sind beispielsweise die Wasser von 640 Meter Druckhöhe völlig zurückgedämmt.

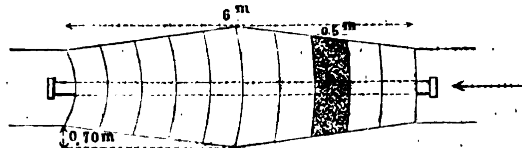
Hinsichtlich des Verhältnisses der Wölbung und des Druckes auf die Widerlager greifen dieselben Erwägungen, wie bei den Gewölben Platz. Die Widerlager werden mit Schlägel und Eisen bearbeitet. Beim Cylinderdamm stehen die seitlichen Widerlager als Radialschnitte des Cylinders, oben und unten giebt man etwa 14 Grad ansteigende Flächen, oder auch auf (32 Zoll) 1 Meter Dicke (15 Zoll) 54 Centimeter Ansteigen; das Ganze erhält dadurch die Gestalt einer abgestumpften Pyramide. Bei Kugeldämmen gestalten sich die Widerlager ähnlich denen beim Keilverspünden. Man lässt dieselben entweder hinten in das Gestein eingreifen, oder haut dort frei; zuweilen lässt man den hinteren Theil rechtwinkelig zu den Stössen stehen, hält auch wohl die ganze Rückseite eben, doch ist die Bogenform, beziehungsweise die radiale Stellung für alle diese Flächen vorzuziehen. Als ganz verfehlt ist das zu Mons[180]) angewendete Verfahren zu betrachten, wo ein Cylinderdamm die in Fig. 291 im Grundriss dargestellte Form erhalten hat, bei dem der vordere Theil nur als grosse Masse, nicht mehr durch seine Spannung wirken kann, da nur der

---

179) Hilgenstock, a. a. O. S. 159.
180) Ponson. III. 404.

hintere Theil widerlagert. Zuweilen hat man bei stärkeren Dämmen, wohl verleitet durch die Herstellung in concentrischen Schalen, die Widerlager absatzweise bearbeitet, was zur Wasserdichtigkeit nichts beitragen kann und nur die Herstellung der Lager erschwert.

Fig. 291.




Dagegen kommen Sicherungen der Widerlager dadurch vor, dass man, wie auf der Grube Präsident bei Bochum,[181]) das Gestein theils durch Mauerwerk ersetzt, wobei zugleich ein erleichtertes Schliessen vermöge dieser Mauerkörper eintritt, oder dass man einen Theil der Strecke in unmittelbarem Anschluss an den Damm wasserdicht ausmauert und zwar, wie auf der Grube Eintracht, hinter dem Damm oder, wie auf der Grube Geislautern bei Saarbrücken, vor und hinter dem Damm, bei welchem man, um das Durchbrechen des Wassers durch die Sohle zu verhüten, noch flügelförmige Ansätze gegeben hat, dieselben sind in das feste Hangende und Liegende eingelassen; der ganze Damm besteht hier aus Bruchsteinen von Kohlensandstein.

Beim Mauern hat man alle früher für wasserdichte Mauerausführungen angegebenen Vorsichtsmassregeln anzuwenden, wie das Abwaschen der Stösse, Sättigen der Ziegel mit Wasser u. s. w. Concentrische Schalen mauert man am besten jede für sich oder lässt doch die äussere vorausstehen. Im Allgemeinen schreitet die Arbeit von Unten nach Oben und dabei in jeder Lage von den Stössen nach der Mitte fort. Das Schliessen lässt sich entweder direct an der Firste bewirken oder besser, indem man vorab durch Vorkragenlassen der Steine die Firste bekleidet und zuletzt die Oeffnung darunter schliesst; eingeschoben zu werden braucht nur ein einziger Stein, indem man die beiden seitwärts liegenden etwas keilförmig bearbeitet, ähnlich wie bei Klotzdämmen, auch setzt man wohl die letzten 3 Steine gemeinschaftlich ein. Eines besonderen Schutzes gegen das Herauspressen bedarf es wegen des Mörtels nicht.

Das Schliessen der Wasserröhren erfolgt nach der vollständigen Erhärtung des Mörtels.

Die Mauerdämme können durch den Druck nicht vorwärts geschoben werden, weshalb auch eine Verlängerung der Widerlager nach vorn nicht erforderlich ist, wie bei den Keilverspünden.

---

[181]) Hilgenstock, a. a. O. S. 146. 149.

### c. Dammthüren.

Zur Sicherung der Grubenbaue vor plötzlich zu erwartenden Wasserdurchbrüchen hat man Wasser- oder Sicherheitsblenden zur Anwendung gebracht, wie sie beispielsweise von der Bleierzgrube Diepenlinchen bei Stolberg oben beschrieben sind. Seitdem sind sie mehrfach auf den westfälischen Steinkohlengruben angebracht worden,[182]) namentlich, wo es sich um augenblickliche oder vorübergehende Abdämmung von Wassern handelt, wenn in starken Fluthzeiten sich die Wasser unverhältnissmässig vermehren, oder wenn bei Maschinenbrüchen u. dgl. m. die Wasser zeitweise abgesperrt werden sollen. Man hat gusseiserne Thüren mit gusseisernen Rahmen, Holzthüren mit gusseisernen oder hölzernen Rahmen, auch ohne Rahmen, und schmiedeeiserne Thüren mit gusseisernen Rahmen angewendet.

Die ersten Dammthüren bestanden aus Gusseisen von geringen Dimensionen, welche es gestatten, mit dem Förderwagen zu passiren. Die Oeffnung in einem vorhandenen Mauerdamm ist mit einem gusseisernen Rahmen bekleidet, auf welchen eine 1,151 Meter hohe, 1,020 Meter breite und 65 Millimeter dicke gusseiserne und in Angeln bewegliche Thür aufschlägt; dieselbe ist nach der Wasserseite glatt, nach der andern durch Rippen verstärkt. Die Dichtung erfolgt durch eine Gummischnur, welche in einer Nuthe im Rahmen eingelegt wird. Soll die Thür geschlossen werden, so werden 2 eiserne Bolzen in Haken, welche in die Thür eingegossen sind, mit dem einen Ende eingehakt, während die anderen mit Schraubengewinden versehenen Enden durch zwei starke schmiedeeiserne Stege hindurchgehen und mit Schrauben beliebig angezogen werden; die Stege finden ihr Widerlager an den Thürrahmen. Eine solche Thür findet sich auf der Steinkohlengrube ver. Deimelsberg bei Steele.

Auf der Grube ver. Wiendahlsbank bei Witten hat man eine ganz ähnliche Thür zum Verschluss einer grösseren Oeffnung von 1,674 Meter lichter Höhe und 1,096 Meter Weite ausgeführt, durch welche man Pferdeförderung passiren lässt. Die Thür unterscheidet sich von der vorigen nur durch grössere Dimensionen und grössere Stärke, auch sind auf der Wasserseite parabolische Rippen angebracht. Man hat die Erfahrung gemacht, dass die Dichtungsringe aus Gummi und Guttapercha auf die Länge der Zeit nicht gehörig dichten und wendet deshalb lieber getheerte und in Mennige getränkte Leinwandkränze an.

Da aber die gusseisernen Thüren sehr schwer zu handhaben, dabei sehr theuer sind, auch der Guss wegen der nothwendigen Sicherheit schwer auszuführen ist, so ist man zu hölzernen Dammthüren übergegangen. Man hat solche mit gusseisernen Rahmen, z. B. auf den Gruben ver.

---

[182]) Wagner: die Construction und Anwendung von Dammthüren in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 17. B. S. 479.

Luisenglück bei Witten und ver. Henriette bei Kupferdreh, wo die Rahmen entweder aus einem oder aus zwei Stück bestehen, welche nach der Wasserseite mit einem konischen Anschlage versehen sind; in diesen Anschlag legt sich die hölzerne Thür, welche aus drei Lagen kreuzweise übereinander gefügter Eichenbohlen von 52 Millimeter Dicke besteht und mit Laschen und Gehänge verbolzt ist. Zur Dichtung wird zwischen Holz und Anschlag mit Theer getränkte Leinwand gelegt. Wie vorher bei den eisernen Thüren angegeben, so werden auch diese hölzernen Thüren mittelst zweier Schraubenbolzen, welche in die Thür eingehakt werden und durch 2 widerlagernde Querriegel hindurchführen, angezogen und geschlossen, sobald ein plötzlicher Wasserandrang den Verschluss nothwendig macht, wobei der Wasserdruck die eigentliche Dichtung herbeiführt. Die Thüren sind in beiden genannten Fällen von solchen Dimensionen, dass sie den Durchgang mit Pferden zur Förderung gestatten.

Eine hölzerne Dammthür mit hölzernem Rahmen findet sich auf der Grube Helene Tiefbau bei Witten, wo sie dazu dient, bei etwa eintretenden Störungen in der Wasserhaltung die Wasser bis zur Beseitigung dieser Störungen abzusperren. Diese Einrichtung gleicht den sogenannten Schleussendämmen. In den Querschlag ist ein Mauerwerk eingebracht, welches nach allen Richtungen hinreichend tief in das Gestein eingelassen ist; in diesem Mauerwerk steht ein Thürstockgeviere, bestehend aus 1,569 Meter hohen, 209 Millimeter im Quadrat starken Thürstöcken, welche auf einer 209 Millimeter hohen, 0,942 Meter breiten, 3,139 langen Schwelle stehen und eine Kappe von gleicher Stärke und 2,5 Meter Länge tragen; im Lichten stehen die Thürstöcke 1,779 Meter auseinander. In dem Rahmen bewegen sich in je 2 Zapfen, welche in der Schwelle und in der Kappe laufen, zwei Schleusenthore, welche sich nach der Wasserseite öffnen und aus dreifach über einander gelegten 52 Millimeter starken, durch Schraubenbolzen mit einander verbundenen Bohlen bestehen. Die den Thürstöcken zugekehrten Flächen der Thürflügel sind abgerundet und bewegen sich in entsprechenden Auskehlungen der letzteren, während die platt abgehobelten gegenüberliegenden Flächen so gebildet sind, dass sie, wenn die Thür geschlossen ist, in eine in der Achse des Querschlags liegende Ebene zusammenfallen. Auch die der Kappe und Schwelle zugekehrten Flächen der Thore sind, wie jene selbst, platt abgehobelt. Der von den beiden Thoren bei ihrer Schliessung gebildete stumpfe Winkel hat eine solche Grösse, dass der nach der Wasserseite liegende Winkelpunkt mit der äusseren Kante der Schwelle und Kappe abschneidet. Der Wasserdruck schliesst die Thore selbstständig. Um sie unabhängig hiervon zu schliessen, geht durch beide Thore in der Mitte der Berührungsfläche ein eiserner Bolzen, welcher an der Wasserseite mittelst eines doppelten Hakens beide Thüren umfasst, während das andere mit Schraubengewinde versehene Ende durch einen vor dem Thürgerüst im Querschlage angebrachten horizontalen Balken geht und mittelst einer Schrau-

benmutter angezogen wird. Die Berührungsflächen beider Thorflügel sind durch 7 Millimeter starke Gummibänder gedichtet. Nach dem Schliessen bringt man an den Berührungsflächen der Thorflügel mit der Kappe und der Schwelle 78 Millimeter lange und 52 Millimeter breite Buchenkeile zur Verdichtung ein. Diese Einrichtung hat sich bereits mehrfach auf der genannten Grube trefflich bewährt.[183])

Auf der Steinkohlengrube ver. Präsident bei Bochum war man genöthigt gewesen, die plötzlichen starken Wasserzuflüsse durch zwei sphärische Mauerdämme abzusperren. Nachdem man später die Wasser wieder gesümpft hatte, und man demnächst wieder zur Förderung übergehen konnte, hätte man den einen Damm beseitigen können; man zog es aber vor, denselben nur zu durchbrechen, ihn der Förderung zu öffnen und durch Anbringung einer Thür jeder Zeit wieder verschliessbar zu machen. Man wählte dazu eine hölzerne Thür ohne Rahmen. Die Oeffnung in dem Mauerdamm wurde mittelst Schlägel und Eisen für die Breite eines Fördergeleises hergestellt, auf der Wasserseite 1,517 Meter hoch und 1,203 Meter breit; im Uebrigen bildet der Raum im Damm eine liegende abgestumpfte Pyramide, deren Seitenflächen parallel den Dammfugen liegen, deren kleinere Grundfläche also der Wasserseite zugekehrt ist. Die Unterkante der Oeffnung nach der Wasserseite liegt 157 Millimeter über der Querschlagsohle, so dass die Förderbahn von hier aus nach beiden Seiten hin abfällt; um die Förderbahn bei einem etwa nothwendig werdenden Verschluss schnell beseitigen zu können, bildet sie innerhalb des Dammkörpers ein besonderes eingeschaltetes Stück. — Zum Durchlassen der Wasser während des Betriebes ist im Damm auf der Sohle ein Rohr eingemauert. Dasselbe muss beim Schliessen der Thür gleichfalls verschlossen werden und zwar so, dass es jederzeit wieder geöffnet werden kann. Dasselbe erweitert sich nach der Wasserseite konisch und trägt hier einen Ventilsitz, in welchen ein Messingventil eingesetzt wird; dieses sitzt am Ende einer Eisenstange, welche durch das Rohr hindurchgeführt ist, an dessen vorderem Ende durch eine Stopfbüchse geht und mittelst Drehrad und Schrauben so eingerichtet ist, dass das Ventil in seinem Sitz hin- und hergeschoben, auch gedreht werden kann. Zwischen Stopfbüchse und Damm ist auf dem Rohr ein Hahn angebracht, welcher zum Ablassen des Wassers dient. — Der Anschlag für die Thür wird an dem Damm selbst auf der Wasserseite hergestellt, indem rings um die Oeffnung ein 131 Millimeter breiter rahmenartiger Rand sorgfältig glatt und eben bearbeitet wird. Die Thür ist aus 78 Millimeter starken, ganz trockenen Eichenbohlen mit radialen Fugen zusammengesetzt, was erst an Ort und Stelle hinter dem Damm geschieht; sie greift 131 Millimeter nach allen Richtungen über die Dammöffnung, hängt in Angeln, welche

---

[183]) Siehe auch ausser der vorstehenden Quelle: Glückauf. Essen 1867. No. 52. — Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 17. B. S. 65.

in dem Mauerwerk befestigt sind, und wird mit 78 Millimeter breiten und 4 Millimeter dicken Gummibändern Behufs der Dichtung belegt. Auf der vom Wasser abgekehrten Seite ist die Thür mit 5 Haken versehen, in jeder Ecke und in der Mitte einer, in diese werden Zugstangen eingehängt, welche durch vor dem Damm angebrachte Querspreizen geführt sind und mit Schraubenmuttern angezogen werden. Diese Thür hat wiederholt bei stark vermehrten Zuflüssen und bei Störungen in der Wasserhaltung die grösste Sicherheit und Beruhigung gewährt.

In neuester Zeit wendet man auf den westfälischen Kohlengruben nur noch schmiedeeiserne Thüren mit gusseisernem Rahmen an Die Thüren haben eine lichte Weite von 0,942 Meter und eine lichte Höhe von 1,726 Meter und bestehen aus einem cylinderisch gebogenen Stück Blech von 1,098 Meter Breite und 1,888 Meter Höhe und sind mit der convexen Fläche nach der Wasserseite gekehrt. Die Wandstärke richtet sich nach dem muthmasslichen hydrostatischen Druck, sie beträgt gewöhnlich 29 Millimeter. Der gusseiserne Rahmen wird in den Mauerdamm eingemauert; der Verschluss erfolgt durch Zugstangen, welche durch eine schmiedeeiserne Brücke führen und mittelst Schrauben angezogen werden, auch wird zur Dichtung ein Kranz von getheerter Leinwand eingelegt. Während der Förderung wird durch den Rahmen ein leicht zu entfernendes Geleisestück eingeschaltet, welches beim Schliessen schnell beseitigt wird; ist die Strecke zweigeleisig, so bringt man vor und hinter der Dammthür eine Weiche an, weil man durch die Thür gern nur ein Geleise führt. Das durch den Damm führende Abflussrohr wird beim Schliessen der Thür an der Schachtseite durch einen Schieber geschlossen, welcher sich leicht öffnen lässt, wenn die hinter der Thür aufgestauten Wasser wieder abfliessen sollen. Neuerdings wendet man jedoch mehrfach einen dem auf ver. Präsident benutzten ähnlichen Rohrverschluss an. Die Blechthüren sind mit Vortheil beispielsweise auf der Steinkohlengrube ver. Constantin der Grosse zur Anwendung gelangt.

### II. Verdämmungen in Schächten.

In Schächten kommen Verdämmungen nur selten vor, wobei zwei Fälle zu unterscheiden sind: Schutz gegen von Unten andringende, beim Abteufen erschrotene Wasser oder gegen obere Wasser, das Letztere wohl bei alten, in der Cuvelirung schadhaft gewordenen Schächten eintretend.

*a.* Im ersteren Falle, wo der Damm gegen von Unten her aufströmende Wasser gelegt wird, ist stets für eine Unterstützung desselben während des Legens zu sorgen. Schwierig ist die Anlage, wenn die Wasser so reichlich zufliessen, dass Wasserhaltung stattfinden muss.

1. Balkendamm im Padtkohlschacht der Grube Centrum bei Eschweiler.[184]) Der Unterschied zwischen stehenden und liegenden Dämmen

[184]) v. Dechen, a. a. O. S. 72.

hört hier auf, da die Balken nur liegend verwandt werden können. Eine Gesteinsbrust, welche der Abschrägung der Balkenköpfe entsprechend hergestellt ist, dient zum Tragen und wird, um den Schlussbalken einbringen zu können, an einem Stoss weggehauen. Bei rechteckiger Schachtform werden die Hölzer von einem langen Stoss zum anderen verlagert, erhalten also die Länge des langen Stosses.

2. Keildamm auf der Zeche Spanbruch.[185]) Als Träger dienen hier bei (7 und 6 Fuss) 2,197 und 1,883 Meter Weite des Schachtes drei Tragestempel von (12 Zoll) 0,314 Meter Stärke im Quadrat, welche mit ($2\frac{1}{2}$ Zoll) 65 Millimeter starken Bohlen bedeckt werden; auf diese werden die den Damm bildenden Keile verlagert, deren Schlusslage durch einen eingebühnten, gleichfalls (12 Zoll) 0,314 Meter im Quadrat starken Stempel festgehalten wird.

3. Ein Mauerdamm ist auf dem Schacht Hercules der Grube Nachtigall bei Witten ausgeführt.[186]) Zum Tragen dient zunächst ein nach Oben gekrümmtes Tonnengewölbe, welches durch Mauerwerk gehörig abgeglichen wird, hierauf wird der eigentliche Damm als nach Oben concaves Gewölbe gesetzt, so dass also gleichsam ein liegender Cylinderdamm gebildet ist. Durch den Damm ist ein später verschlossenes Rohr geführt, durch welches das Saugrohr der Pumpe hinabgeht, damit deren Stösse die Mauer nicht verletzen.

4. Ein Betonkörper ist in dem Einigkeitsschacht zu Joachimsthal angebracht, wo in der Tiefe von 590 Meter eine 15,4 Kubikfuss Wasser in der Minute gebende Quelle angefahren worden war, welche den Schacht schnell bis 270 Meter unter Tage erfüllte.[187]) Der Schacht steht in sehr festem, quarzreichem Glimmerschiefer. Nach erfolgter Sümpfung führte man die Stösse für den nach aufwärts gerichteten Betonkeil zu, wobei man wegen der Härte des Gebirges Schiessarbeit mit flachen Bohrlöchern und schwachem Besatz anwendete. Im Tiefsten stellte man zum Einlegen der Brückhölzer einen 24 Centimeter tiefen Schram in den Schachtstössen her, wobei man Bohrlöcher in Entfernungen von 16 Centimeter herstellte und den Zwischenraum allmälig ausschrämte. In diesen Schram legte man auf ein Cementmörtelbett die Bühnenhölzer von 26 und 31 Centimeter Stärke parallel den kurzen Schachtstössen, welche über Tage genau an einander gepasst waren, sie waren möglichst trocken und wurden in kürzester Frist verlegt, um durch Quellen die Dichtung der Fugen zu bewirken, welche ausserdem noch durch Verkeilung mit Buchenkeilen erfolgte. Der Beton wurde aus Cement, Sand und Ziegelsteinbruchstücken in der Grube bereitet, auf die Brücke in dünnen Lagen aufgetragen und festgestampft, bis nach verschiedenen Unterbrechungen der Betonkeil eine Höhe von 3 Meter erreicht hatte. Nachdem derselbe 4 Wochen zur Er-

---

[185]) Ebenda. S. 79.

[186]) Huyssen, a. a. O. S. 46.

[187]) Rittinger: Erfahrungen. Wien. Jhrg. 1869. S. 21.

härtung unter Wasser gestanden hatte, machte man nach erfolgter Sümpfung die Wahrnehmung, dass der Abschluss nicht völlig erreicht war. Man ging daher dazu über, den oberen Theil des erhärteten Betons wieder zu beseitigen, was grosse Schwierigkeiten mit sich führte, und brachte darauf einen neuen 3 Meter hohen Betonkeil ein, nach dessen Erhärtung der Abschluss gelungen war.

*b.* Für den zweiten Fall hat man:

1. einen horizontalen Balkendamm auf der Grube Bonne Fin bei Lüttich eingebaut.[188]) Die tragende Gesteinbrust ist mit einem Picotagejoch bedeckt, die darauf verlagerten Balken werden während des Verkeilens durch Streben von Oben niedergehalten, die Wasser fliessen durch Oeffnungen ab, die man später verspundet. Die Ausführung ist nicht gelungen.

2. Bei Anwendung von Mauerung könnte man Kuppelgewölbe benutzen, man hat aber in den bekannten Fällen, Mine de la Cossette bei Mons und Mines des Andrieux,[189]) zwei mit ihren Achsen sich kreuzende Cylindergewölbe über einander gelegt, die sich an den Stirnseiten, ähnlich wie Cylinderdämme, gegen Gesteinsböschungen von 75 bis 80 Grad lehnen; zwischen den beiden Gewölben wird Mauerwerk oder Betonfüllung angebracht. Eiserne Rohre werden eingemauert, durch welche die Wasser nach Unten abgeführt werden.

---

[188]) Ponson III. 409.

[189]) Ponson III. 412. 413.

# LEITFADEN

ZUR

# BERGBAUKUNDE.

Nach den an der Königl. Berg-Akademie zu Berlin gehaltenen Vorlesungen

von

Bergrath **Heinrich Lottner.**

Nach dessen Tode und in dessen Auftrage bearbeitet und herausgegeben

von

Dr. **Albert Serlo**
Berghauptmann.

Zweite verbesserte und bis auf die neueste Zeit ergänzte Auflage.

**Zweiter Band.**

Mit 262 in den Text gedruckten Holzschnitten und 6 lithographirten Tafeln.

Berlin 1873.
Verlag von Julius Springer.

Druck von B. G. Teubner in Leipzig.

# Inhalt des zweiten Bandes.

Seite

Seite

# Sechster Abschnitt.

## Förderung.

---

In den letzten Jahrzehnten hat man grosse Fortschritte in der Grubenförderung gemacht, welche ausser der Ausbildung der fortschaffenden Mechanik überhaupt vorzüglich dem Steinkohlenbergbau zu verdanken sind, der auch die dringendste Veranlassung hierzu hatte, da das grösste Haufwerk bei geringstem Werthe fortzubewegen ist. Weniger lag für Erzgruben, namentlich auf denen edele Erze gefördert werden, ein Bedürfniss zur Vervollkommnung vor, da auf denselben nur geringe Massen fortgeschafft werden und daher auch bei vorzüglichen Einrichtungen der Gewinn unerheblich in Beziehung auf den ganzen Haushalt ist, aber auch auf die Erzgruben sind die Fortschritte allmälig übertragen, namentlich auf solche, wo grobe Geschicke, wie Galmei, Eisenerze, gewonnen werden.

Als allgemeine Regeln sind festzuhalten, dass nicht mehr Substanz zu Tage gebracht wird, als unbedingt nothwendig ist, es darf nichts Taubes und Unhaltiges bewegt werden; bei Erzen sind die verschiedenen Sorten, wenn möglich, schon in der Grube bei der Förderung getrennt zu halten, wogegen bei Steinkohlen die Separation und Trennung in mehrere Sorten nach der Korngrösse über Tage durch Rätter u. dgl. m. ausgeführt wird. Bei reichen Erzen ist alle Verzettelung zu vermeiden, weshalb man sogar die edelsten Anbrüche durch Verschliessen in Kasten sicher stellt. Unnöthiges Umfüllen hat man zu vermeiden, da es Geld erfordert, bei Kohlen die Qualität verschlechtert wird. Man hat die kürzesten Förderwege zu wählen und diesen die richtige Neigung zu geben, Veränderungen von Richtungslinien in tonnlägigen Schächten zu vermeiden, insbesondere auch abgesetzte Schächte, desgleichen auf- und absteigende Wege. Es hat die beste Verwendung der vorhandenen Kräfte einzutreten, wobei zu erwägen ist, dass Thiere und Menschen das Maximum bei einer gewissen mittleren Geschwindigkeit leisten.

Man hat zu unterscheiden Grubenförderung und Tageförderung und als Verbindung beider Schachtförderung, bei der Grubenförderung ferner Streckenförderung auf söhligen oder mässig geneigten Wegen, Bremsbergförderung unter Einwirkung der Schwere abwärts, durch Maschinen auf geneigten Ebenen aufwärts.

## A. Streckenförderung.

Bei der Streckenförderung kommt zunächst das Zusammensäubern der Massen und das Einfüllen in die Fördergeräthe in Betracht. Bei hartem und schwerem Haufwerk bedient man sich hierzu des Bergtrogs oder des Korbes und der Bergkratze.

Der Trog aus Holz ist flach muldenförmig, mit Eisenbändern beschlagen und mit Handgriffen versehen oder hat Höhlungen an den Seiten zum Anfassen; in Freiberg hat man prismatische Tröge mit Ohren zum Eingreifen mit den Händen. Der Trog wird entweder aus Holz im Ganzen geschnitten oder aus Eisenblech gefertigt. Für Braunkohlen hat man andere Formen,[1]) entweder muldenförmige Tröge, aus Brettern zusammengesetzt und mit Eisen beschlagen und grösser, als auf Erzbergwerken, weil wegen des geringeren specifischen Gewichts ein grösserer Fassungsraum möglich ist, oder man gestaltet die Tröge kastenförmig aus ($^3/_4$zölligen) 20 Millimeter starken Brettern oder ($^1/_{12}$zölligem) 2 Millimeter dickem Eisenblech.

Der Korb wird zum Wegfüllen fast nur in Freiberg angewendet. Spankörbe aus Fichtenspänen sind sehr leicht, aber wenig dauerhaft und müssen alle zwei Schichten erneuert werden; daher wendet man lieber durch Böttcher gefertigte Erzkörbe an, auch neuerdings eiserne Körbe, aber nicht zweckmässig aus Draht oder Bandeisen, sondern aus Eisenblech. Es ist zu bemerken, dass 2 Freiberger Körbe gleich 1 Kübel oder (2500 Kubikzoll) 44728 Kubikcentimeter sind.

In Spanien benutzt man zum Wegfüllen und Weiterbefördern einen Ledersack, in Frankreich für Steinkohlen einen Sack aus Zwillich, in Sachsen aus Weiden geflochtene Säcke, welche wie jene über der Schulter getragen werden.

Bei Steinkohlen und ähnlichem Haufwerk wird die Schaufel zum Einfüllen angewendet, auch der Krähl, eine vierzinkige Gabel zum Heranholen der Stücke.

Zur Erleichterung des Einfüllens in die Fördergefässe dienen Rollen, deren Einrichtung mit der Abbaumethode zusammenhängt, die aber auch bei Erzgruben in besonderen Anlagen an den Füllörtern vorkommen, wo sie zugleich, da die Förderung nicht immer umgeht, auch der Schacht besonders zu füllende Tonnen hat, als Vorrathskammern dienen. Zu Schemnitz hat man Rollen, welche von verschiedenen Strecken aus gefüllt werden und mit einem eisernen Gitter versehen sind, durch welche nur Pochgänge und Grubenklein hindurchgehen, so dass sie gleich zur Sortirung dienen.

Wenn ein Umladen aus einem Fördergefässe in ein anderes stattfindet, also wenn Förderung mittelst Schlepptrog oder Karren mit Wagen-

[1]) Ottiliä in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 8. B. S. 315.

förderung combinirt ist; muss man für Anbringung von Sturzbühnen sorgen, von denen aus die Wagen leicht gefüllt werden können.[2])

Als Fördermethoden sind zu unterscheiden:

1. Tragen,
2. Schleifen,
3. rollende Förderung,
4. schwimmende Förderung (Navigationsförderung).

### I. Tragen.

Das Tragen ist eine sehr unvollkommene Förderungsmethode und kommt nur noch selten vor, dann aber ausschliesslich durch Menschen, früher auch durch Pferde und Maulthiere. Man benutzt zur Aufnahme der Massen Säcke aus Leder oder Gewebe, Körbe aus Geflecht, Butten aus Böttcherarbeit, das Letztere zu Nagybanya; die Gefässe werden an Tragebändern auf dem Rücken getragen oder auch über der Schulter und durch Riemen gehalten oder, wie in Mexiko, an Riemen, welche über die Stirn gelegt werden. Wo man noch Thiere zum Tragen anwendet, wird die Last auf beiden Seiten in Körben angebracht.

Die Methode ist nur zu entschuldigen in niedrigen und engen Räumen, sowie bei ganz unregelmässiger Sohle, wo man künstliche Vorrichtungen überhaupt nicht anbringen kann.

Die Leistungen sind etwa folgende: 1 Arbeiter trägt $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{2}$ Centner mit (1 bis 2 Fuss) 31 bis 63 Centimeter Geschwindigkeit in der Sekunde, auf dem Rücken sogar $\frac{3}{4}$ seines eigenen Gewichts bei ($1\frac{1}{2}$ Fuss) 47 Centimeter Geschwindigkeit in der Sekunde; dagegen trägt 1 Pferd etwa 240 Pfund mit einer Geschwindigkeit von ($3\frac{1}{2}$ Fuss) 1,10 Meter in der Sekunde, wenn die Bahn nicht ansteigend ist, bergauf leistet es nicht mehr, als 3 Menschen.

### II. Schleifen.

Als Fördergeräthe beim Schleifen dienen der Schlepptrog und der Schlitten, welche häufig nicht unterschieden werden, aber doch insofern von einander abweichen, als beim Schlepptrog die Schlittenkufen an den Langseiten des Trogkastens angebracht sind, beim Schlitten aber die Kasten auf besonderen Kufen stehen und von diesen abgehoben werden können. Auf den Gruben bei Saarbrücken[3]) hat man Kasten aus Eichenbrettern, im Lichten (4 Fuss) 1,25 Meter lang, (2 Fuss) 0,628 Meter breit, (10 Zoll) 0,261 Meter hoch, deren Langseiten in der Mitte (4 Zoll) 10 Centimeter unter dem Boden hervortreten und bogenförmige Kufen bilden; diese, sowie die Ränder des Kastens sind mit Bandeisen beschlagen. An beiden kurzen Seiten befindet sich ein eiserner Haken, an welchem

[2]) Ottiliä a. a. O. Bd. 8. B. S. 136. — Max Nöggerath ebenda Bd. 3. B. S. 179.

[3]) Nöggerath a. a. O. Bd. 3. B. S. 180.

das Sielzeug zum Fortziehen des Schlittens befestigt wird, so dass der Schlitten vor- und rückwärts bewegt werden kann; das Sielzeug wird über eine Schulter um die Brust gelegt, oder besser über beide Schultern. Der Schlepper stützt sich auf einen Stock und zieht vorwärts.

Diese Fördergefässe werden meist in Steinkohlenabbauen gebraucht, um die Massen zu den eigentlichen Förderstellen zu bringen, wie in Frankreich, in Belgien, bei Saarbrücken, selten zur Förderung auf grössere Entfernungen, wie auf den Hultschiner Gruben in Oberschlesien.[4])

Meistentheils wird auf der natürlichen Sohle gefördert; wenn diese zu schlecht und uneben ist, werden Bretter gelegt, auf denen die Schlitten rutschen; in Frankreich hat man früher selbst eiserne Schienen angewendet.

Am besten bewegt man die Gefässe gefüllt abwärts, doch darf die natürliche Sohle nicht unter 5 Grad Neigung haben, am günstigsten ist 8 bis 15 Grad, über 20 Grad Neigung ist die Handhabung schon sehr schwierig. Bei einer Neigung von 15 Grad und darüber geht der Fördermann vor dem Trog rückwärts. In Frankreich wurde der Schlitten früher aufwärts durch Pferde gezogen, wobei das Thier abwärts schreitet und mittelst eines über eine Rolle gehenden Seils das Gefäss aufwärts zieht.

Die Streckenhöhe beträgt im Minimum ($1\frac{1}{2}$ Fuss) 0,471 Meter, bei (4 Fuss) 1,25 Meter Höhe geht die Arbeit am leichtesten; für Pferde ist die Höhe (0,7 bis 0,8 Lachter) 1,465 bis 1,674 Meter.

An Steinkohlen ladet ein Trog auf natürlicher Sohle ($1\frac{1}{3}$ Scheffel oder $1\frac{1}{3}$ Centner) 0,75 Hektoliter, auf den Hultschiner Gruben ($\frac{1}{2}$ Tonne oder $1\frac{3}{4}$ bis 2 Centner) 1 Hektoliter; auf diesen Gruben ist die Leistung in der zwölfstündigen Schicht auf (10 bis 30 Lachter) 21 bis 63 Meter Länge (20 bis 30 Tonnen) 44 bis 66 Hektoliter, auf (130 Lachter) 272 Meter Länge (10 Tonnen) 22 Hektoliter.

Auf den Gruben bei Saarbrücken haben die Schlepptröge, welche hier Schlitten genannt werden, ($4\frac{1}{4}$ Scheffel) 2,33 Hektoliter Inhalt, durch Aufsatzbretter erhöht man denselben wohl bis zu (10 Centner oder Scheffel) 5,5 Hektoliter, um mittelst eines Schlittens einen Wagen von gleichem Inhalt füllen zu können. Man hat Gestänge für die Schlitten angebracht, welches aus (6 zölligen) 16 Centimeter starken Schwarten mit (2 zölligen) 5 Centimeter hohen Spurlatten besteht und auf (3 Fuss) 0,942 Meter von einander entfernten Stegen aus Schwarten liegt. In den 8 bis 10 Grad fallenden, diagonalen Abbaustrecken geht der Schlepper abwärts rückwärts. Hier ist nur ein Haken an der Vorderseite des Schlittens vorhanden, indem der entleerte Schlitten auf dem Kopfe von dem Schlepper aufwärts getragen wird. In der Förderstrecke ist beim Ausgang der geneigten Abbaustrecke eine Stürzbühne angebracht, von welcher aus der Schlitten in den untergestellten Förderwagen entleert wird. Auf (45 Lachter) 94 Meter Förderlänge wird ein Schlitten mit (10 Centner) 5,5 Hektoliter Ladungs-

[4]) Jahrb. des schles. Vereins f. B.- u. H.-Wesen. Breslau 1860. Beilagen. S. 18.

fähigkeit 25 Mal, im Ganzen also (250 Centner) 137,5 Hektoliter in der achtstündigen Schicht herabgefördert, auf (20 Lachter) 42 Meter Förderlänge (300 Centner) 165 Hektoliter; dabei sind aber dann 2 Mann thätig, von denen der eine rückwärts vor dem vollen Schlitten schreitet, der andere hält an der entgegengesetzten Seite den Schlitten mittelst eines Seils, welches er sich um den Leib gebunden hat.

Der Reibungscoefficient ist beim Nichtvorhandensein von Gestänge auf 0,5 anzunehmen; dann hat ein Mensch 35 Pfund Zugkraft bei (2 bis 3 Fuss) 0,628 bis 0,942 Meter Geschwindigkeit in der Sekunde, die indess in der Grube in der Regel geringer ist; ein Pferd hat 120 Pfund Zugkraft bei etwa ($3^1/_4$ Fuss) 1,020 Meter Geschwindigkeit in der Sekunde; ist die Entfernung grösser als (50 Lachter) 105 Meter, so ersetzt ein Pferd 3 bis 4 Schlepper, sonst nur 2.

Bei Saarbrücken hat man einen sogen. Rollschlitten[5]) angewendet, welcher den Uebergang zum Karren und den seltenen zweiräderigen Fördergeräthen macht. Dieselben sind wie die gewöhnlichen Schleppträge geformt, haben aber an der einen Seite 2 kleine Rollen, an der anderen Handhaben; bei zu schwerer Bewegung lässt der Schlepper die Rollen aufsetzen und bewegt den Trog auf diesen vorwärts, hingegen wird bei zu schneller Bewegung auf die Kufen aufgesetzt. Diese Schlitten finden sich jetzt kaum noch im Gebrauch.

### III. Rollende Förderung.

Als die primitivste Art der rollenden Förderung ist das Fortrollen von Fässern, welche mit Kleinsalz gefüllt sind, auf 2 parallelen Stämmen, wie auf der Steinsalzgrube zu Wieliczka.

#### *a.* Karrenförderung.

Die Förderung in Karren steht in der Mitte zwischen tragender und rollender Förderung, da der Mann einen Theil der Last trägt, während der andere Theil auf das Rad drückt und Reibung erzeugt.

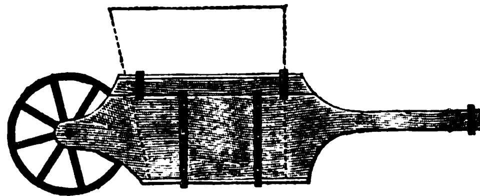
In den Gruben hat man wohl nur einräderige Karren, welche man auf Erzbergwerken Kreuzkarren nennt, weil das Sielzeug, in dem die Handhaben ruhen, von dem Schlepper um das Kreuz gelegt wird; ausser in Erzbergwerken wird er auch in oberen Strecken auf Steinkohlengruben benutzt, wie in Saarbrücken (hier höchstens beim Anhieb einfallender Strecken auf flach geneigten Flötzen), Hultschin, Wettin, sowie auf Braunkohlengruben in der Provinz Sachsen.

Der kubische Inhalt, von dem die Construction abhängig ist, richtet sich nach dem specifischen Gewicht der zu fördernden Massen, so dass für die schwereren Erze die kleinsten Kasten angewendet werden. Auf Erzbergwerken sind daher häufig die Wände des Kastens und die

[5]) Nöggerath a. a. O. Bd. 3. B. S. 180.

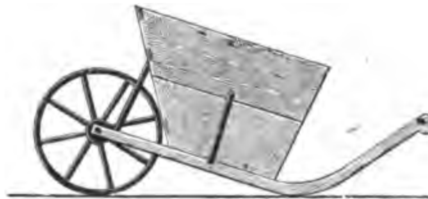
Karrenbäume aus einem Stück, der Kasten ist alsdann niedrig, wodurch das Ausstürzen erleichtert wird. Will man einen grösseren Fassungsraum haben, so erhöht man den Kasten durch Aufsatzbretter oder wendet auch den Hohlkarren, wie Fig. 292 an; derselbe fällt aber bei leichtem Hauf-

Fig. 292.



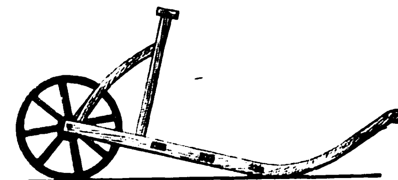
werk z. B. Braunkohle etwas schwer aus, besonders wenn auch hier noch Aufsatzbretter hinzukommen. Dann setzt man lieber den Kasten auf die Bäume auf und biegt diese entweder aufwärts, wie Fig. 293, oder giebt

Fig. 293.



hinten ein Paar Füsse zum Aufstellen. Auf den Braunkohlengruben in der Provinz Sachsen[6]) macht man bei diesen Karren die Seitenwände nach Oben mässig trapezoidal und stürzt über den nach vorn geneigten Giebel

Fig. 294.



aus; zu weit darf man jedoch hierin nicht gehen, weil sonst der Schwerpunkt zu hoch liegt und das Gleichgewicht nicht gut erhalten werden kann.

Ausser den Hohlkarren kommen z. B. in der Provinz Sachsen Bockkarren, Fig. 294, mit abhebbarem Gefäss vor, mit welchen aber weniger geleistet wird, als mit jenen.[7])

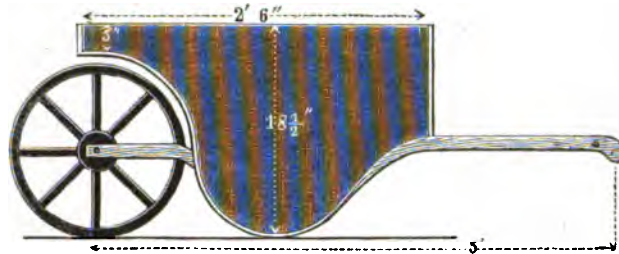
Auf der Braunkohlengrube zu Eggersdorf bei Schönebeck hat man Karren aus Eisenblech, welche in der Form den Bockkarren ähnlich

[6]) Ottiliä a. a. O. S. 316.

[7]) Ottiliä a. a. O. S. 316.

sind (Fig. 295); sie werden über den Kopf ausgestürzt. Sie haben den Vortheil, dass sich die nasse, klare Kohle nicht so festsetzt, wie in den Holzkarren, auch dass sie grössere Haltbarkeit beim Nichtvorhandensein von sauren Wassern haben, dagegen sind sie schwerer, als Holzkarren.

Fig. 295.




Der Raddurchmesser ist gebunden an die Oertlichkeiten, doch ist es nicht gut, ihn zu klein zu nehmen; bei Saarbrücken z. B. ist er (16 Zoll) 0,418 Meter, bei Freiberg (20 bis 21 Zoll) 0,523 bis 0,549 Meter.

Das Verhältniss der Hebelsarme, d. h. die Entfernung vom Radnagel, dem Unterstützungspunkt, einerseits bis zum Schwerpunkt des gefüllten Karrens, andererseits bis zum Angriffspunkt an den Handhaben ist verschieden z. B. bei Saarbrücken (35 und 60 Zoll) 0,915 und 1,569 Meter, also 7 : 12, bei Freiburg im Breisgau (20 und 54 Zoll) 0,523 und 1,412 Meter, also 10 : 27.

Inhalt und Last. Im Königreich Sachsen[8]) haben die Karren gewöhnlich einen Inhalt von 2 Kübeln oder (5000 Kubikzoll) 89455 Kubikcentimeter mit 2 . 92 Pfund oder nahe 2 Centner Last; seltener fassen sie 3 Kübel. Zu Freiburg im Breisgau haben bei Silber-, Blei- und Kobalterzen die Karren nur (1512 Kubikzoll) 27051 Kubikcentimeter Fassungsraum;[9]) zu Saarbrücken ladet man 2½ bis 3 Centner Steinkohlen; in der Provinz Sachsen enthalten nach Ottiliä die Karren 0,33 . 0,42 . 0,5 . 0,6 und 0,66 Tonnen oder (1,32 . 1,68 . 2,00 . 2,40 . 2,64 Scheffel) 0,733 . 0,916 1,099 . 1,319 . 1,465 Hektoliter oder, wenn man 1 Tonne Braunkohle zu 300 Pfund annimmt, 1 bis 2 Centner.

Die Karren laufen entweder auf natürlicher, fester Sohle oder auf Laufbrettern, welche (1 bis 1½ Zoll) 26 bis 39 Millimeter stark, (10 bis 14 Zoll) 0,262 bis 0,366 Meter breit und auf schwachen Stegen befestigt sind; hat der Karren stark auf- und abwärts zu laufen, so bewegt sich wohl das Rad zwischen 2 Spurlatten, wo dann daneben ein Trittbrett für den Karrenläufer angebracht ist.

Die Manipulation erfolgt je nach der Höhe der Baue entweder in gebückter Stellung vorn über, indem der Schlepper einen breiten Hanf-

[8]) Weisbach: Lehrb. der Ingenieur- u. Maschinenmechanik. Braunschweig 1851 bis 1860. Bd. 3. S. 573.

[9]) Daub in Dr. Karsten u. Dr. v. Dechen Archiv 1846. Bd. 20. S. 628.

oder Ledergurt, welcher mit seinen Enden an den Karrenbäumen befestigt ist, um die Hüfte trägt und sich mit den Händen auf das hintere Kastenbrett stützt, oder aufrecht, indem er das Sielzeug um die Schulter trägt und mit den Händen die Karrenbäume erfasst. Bei grösserer Länge geschieht das Laufen in Wechseln, so dass ein Schlepper immer nur eine ganz bestimmte Strecke durchläuft und den Karren dann an den folgenden Schlepper abgiebt; im Königreich Sachsen sind die Strecken etwa (40 Lachter) 84 Meter lang, eine Strecke von (50 Lachter) 105 Meter übersteigt schon das Maass und erfordert kräftige Leute.

Die Karrenförderung ist anwendbar bei unregelmässigen und engen, auch bei etwas niedrigen Strecken, bei geringer Fördermasse und geringen Längen, auch gehört dazu, dass die Masse durch Umstürzen nicht verschlechtert wird, so dass die Methode für Steinkohlen nicht zu empfehlen ist.

Weisbach[10]) berechnet bei ganz söhligem Wege und zehnstündiger Arbeitszeit eine Leistung von (128 Pfund) 64 Kilogramm und eine Geschwindigkeit von (1,6 Fuss) 0,5 Meter in der Sekunde, wobei leer zurückgefahren wird, dies macht mechanische Arbeit (204,8 Fusspfund) 32 Kilogrammmeter in der Sekunde und im Arbeitstage (7373000 Fusspfund) 1152000 Kilogrammmeter, wiewohl die Wirklichkeit geringere Werthe giebt. In Freiberg werden bei 6 stündiger reiner Arbeit 120 Kübel zu (92 Pfund) 46 Kilogramm oder 60 Karren auf (40 Lachter) 84 Meter Länge bewegt, was (2814000 Fusspfund) 463700 Kilogrammmeter macht; in Saarbrücken werden in stehenden Abbaustrecken 120 Centner oder 40, beziehungsweise 48 Karren transportirt, je nachdem 3 oder $2^1/_2$ Centner im Karren geladen werden, die Leistung beträgt (2400000 Fusspfund) 376600 Kilogrammmeter; in der Provinz Sachsen ist nach Ottiliä die grösste Länge (60 Lachter) 125 Meter, bei 9 stündiger Arbeit die Nutzleistung (3000000 Fusspfund) 468750 Kilogrammmeter, die beobachtete grösste Leistung war 50 Tonnen auf (40 Lachter) 84 Meter Länge oder (4000000 Fusspfund) 628300 Kilogrammmeter; in Hultschin werden 10 bis 9 Tonnen Steinkohlen auf (80 bis 120 Lachter) 167 bis 251 Meter Förderlänge transportirt, oder da 1 Tonne zu $3^3/_4$ Centner anzunehmen ist, für (80 Lachter) 167 Meter Länge (2025000 Fusspfund) 281800 Kilogrammmeter, für (120 Lachter) 251 Meter (2700000 Fusspfund) 423600 Kilogrammmeter. Die praktisch erreichten Leistungen liegen also zwischen 2 und 3 Millionen Fusspfund.

Ueber Tage bei Abraumarbeiten giebt man nach Ottiliä den Karren (2 bis $2^1/_2$ Kubikfuss) 0,062 bis 0,077 Kubikmeter Fassungsraum. Hier benutzt man auch wohl, wie bei Eisenbahnschüttungen, zweiräderige Karren, welche durch 2 Mann gezogen werden, aber stets auf Laufbohlen laufen. Die hintere Giebelwand wird beim Entleeren herausgenommen oder aufgeklappt und die Masse nach Hinten ausgestürzt; der Kasten ist

[10]) Weisbach a. a. O. Bd. 3. S. 572.

($4\frac{1}{2}$ Fuss) 1,412 Meter lang, (2 Fuss) 0,628 Meter breit, (2 Fuss) 0,628 Meter hoch. Die Laufbohlen sind in der Mitte etwas vertieft und mit Eisenblech beschlagen, dann leisten auf (100 Lachter) 210 Meter Förderlänge 2 Mann so viel, wie 7 Karrenläufer.[11])

### *b.* Hunde- und Wagenförderung.

Die Hunde und Wagen gehen in einander über, auch bleiben die Benennungen nicht überall getrennt. Beide haben das gemein, dass sie stets eines Fördergestänges bedürfen und dass sie 4 Räder haben, wenn man von den sogen. Schlepp- oder Flötzhunden absieht, welche nur local vorkommen und hinsichtlich ihrer Anwendung den Schlepptrögen entsprechen. Dreiräderige Fördergefässe kommen nicht vor und sind nur versuchsweise gebraucht worden. Bei den eigentlichen Hunden, welche dem Inhalte nach stets kleiner, als die Wagen sind, hat man 2 grössere Hinterräder und 2 kleinere Vorderräder, wogegen bei den Wagen alle 4 Räder gleich gross sind.

#### 1. Ungarischer Hund.

Der ungarische Hund ist nur auf Erzgruben angewendet, wo er aber, wie der deutsche Hund, mehr und mehr vom Wagen verdrängt wird. Er läuft ohne Leitvorrichtung auf Brettern von (10 bis 14 Zoll) 0,262 bis 0,366 Meter Breite, (1 bis 2 Zoll) 26 bis 52 Millimeter Stärke, am besten aus hartem Holze, weil weiches Holz zu leicht einschneidet; auch findet man wohl, wie am Harz, deutsche Schienen, wobei der Hund aber seinen Charakter verliert; statt eines Brettes bringt man auch wohl 2 schmale an, wodurch erspart wird.

In der ursprünglichen Form convergirt der Kasten nach Oben und nach Vorn, derselbe besteht aus Brettern mit Eisenbeschlag und hat unten gewöhnlich den sogen. Steg zur Verstärkung und Befestigung der Achsen; durch die Gestalt wird der Schwerpunkt ganz nahe vor oder über die Hinterräder verlegt, auf denen der Hund für gewöhnlich gelaufen wird. An der Hinterwand befindet sich ein Griff, auf welchen der Schlepper niederdrückt, damit der Hund vorn frei schwebt; das Stossen in solcher Weise erfordert viel Uebung.

Die Räder stehen unter dem Kasten, in der Regel fest auf beweglicher Achse, aber auch umgekehrt; früher waren die Räder aus Holz mit Eisen beschlagen, jetzt nimmt man gusseiserne. Die Achsen sind durch Träger unterstützt.

Fassungsvermögen und Gewicht der Last. In Freiberg fasst der Hund 3 Kübel oder (7500 Kubikzoll) 0,134 Kubikmeter; ein geübter Arbeiter setzt noch Wände auf oder einen gefüllten Bergtrog, so dass die Last auf 3 bis 4 Centner anzunehmen ist. Zu Schemnitz in Ungarn soll

[11]) Ottiliä a. a. O. S. 124.

die gewöhnliche Last 6 Centner, bei bleiischen Geschicken sogar gegen 9 Centner betragen, obschon der Hund nur (2,321 Kubikfuss) 0,072 Kubikmeter enthält. Am Harz hat die Last bei (4,848 Kubikfuss) 0,150 Kubikmeter Inhalt mit bleiischen Geschicken gegen 6 Centner Gewicht. Auf Friedrichsgrube bei Tarnowitz fasste der bis zum Jahre 1845 gebräuchlich gewesene Hund ($2^3/_4$ bis 3 Kubikfuss) 0,085 bis 0,093 Kubikmeter.

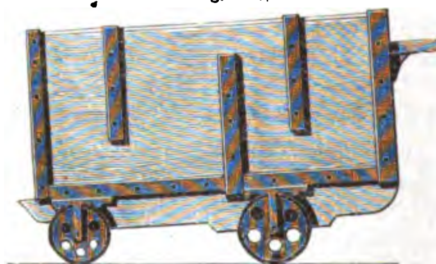
Dimensionen. In Freiberg convergiren die Wände nur nach Oben, nicht auch nach Vorn; im Lichten beträgt hier

| | | |
|---|---|---|
| die Breite unten | (1 Fuss $1^3/_4$ Zoll) | 0,359 Meter |
| oben | (1 Fuss $^3/_4$ Zoll) | 0,333 „ |
| im Mittel | (1 Fuss $1^1/_4$ Zoll) | 0,346 „ |
| die Länge | (3 Fuss 6 Zoll) | 1,099 „ |
| die Höhe | (1 Fuss $4^1/_2$ Zoll) | 0,432 „ |
| die Dicke der Bretter | ($1^1/_4$ Zoll) | 0,033 „ |
| der Durchmesser der Hinterräder | ($7^3/_4$ Zoll) | 0,203 „ |
| der Durchmesser der Vorderräder | (6 Zoll) | 0,157 „ |
| deren Kranzbreite | (2 Zoll) | 0,052 „ |
| die Entfernung der Hinterräderachse vom Hinterrand | (17 Zoll) | 0,445 „ |
| die der Vorderräderachse vom Vorderrand | (3 Zoll) | 0,078 „ |

Durch diese Stellung der Räder liegt der Schwerpunkt nahe über den Hinterrädern.

Der Steg ist (5 Zoll) 0,131 Meter breit, bei den Hinterrädern ($5^1/_4$ Zoll) 0,137 Meter, bei den Vorderrädern (4 Zoll) 0,105 Meter hoch, so dass die Räder gleich weit vom Boden spielen, nach vorn ist der Steg etwas über den Kasten verlängert. Die Eisenbeschläge sind ($1^1/_2$ Zoll) 0,039 Meter breit, (1 Zoll) 0,026 Meter dick. Der Inhalt berechnet sich auf rund (7900 Kubikzoll) 0,141 Kubikmeter, wovon der durch die Beschläge, die Schrauben u. s. w. eingenommene Raum abgeht. Die Construction eines solchen Hundes zeigt Fig. 296.

Fig. 296.



Zu Freiburg im Breisgau hat der Hund

| | | | |
|---|---|---|---|
| eine hintere Weite: | unten | (12,8 Zoll) | 0,335 Meter |
| | oben | (11,7 Zoll) | 0,306 „ |
| | im Mittel | (12,2 Zoll) | 0,320 „ |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| eine vordere Weite: | unten | (11,1 Zoll) | 0,290 | Meter |
| | oben | (10,0 Zoll) | 0,262 | „ |
| | im Mittel | (10,5 Zoll) | 0,276 | „ |
| eine Länge unten wie oben | | (28,5 Zoll) | 0,745 | „ |
| eine Tiefe | | (13,2 Zoll) | 0,345 | „ |
| einen kubischen Inhalt | | (4700 Kubikz.) | 0,084 | Kubikmeter |
| den Durchmesser der Hinterräder | | (6,5 Zoll) | 0,170 | Meter |
| deren Kranzbreite | | (2,0 Zoll) | 0,052 | „ |
| den Durchmesser der Vorderräder | | (5,0 Zoll) | 0,131 | „ |
| deren Kranzbreite | | (1,6 Zoll) | 0,042 | „ |

Der Eisenbeschlag ist ($^2/_3$ bis 1 Zoll) 17 bis 26 Millimeter breit, ($1^1/_2$ Linien) 3 Millimeter dick, die Seitenbretter (1 Zoll) 26 Millimeter, der Boden (1,2 Zoll) 31 Millimeter stark, der Steg aus Buchenholz (3,5 Zoll) 92 Millimeter breit und verschieden hoch, je nach den Rädern.

Die Leistung wächst bis zu einer Förderlänge von (300 Lachtern) 628 Meter und nimmt dann wieder ab; die in Ungarn erzielten günstigen Resultate beruhen darauf, dass die Schlepper lange Zeit, bis 10 Jahre, bei dieser Arbeit bleiben, also Uebung bekommen, sowie darauf, dass Tragewerk von hartem Holze und weite Strecken vorhanden sind. Der Effect ist jedoch stets geringer, als bei Wagenförderung, insbesondere wenn die Wagen auf Schienen laufen. Im Maximum leistet ein Schlepper am ungarischen Hund $2^1/_2$ Mal so viel, wie am Karren, günstig ist schon das Verhältniss von 7 : 3 oder 2 : 1, auf dem Harze beträgt es nur 9 : 7.

Das Entleeren erfolgt durch Umstürzen oder auch durch Stürzböcke über dem Rollloch, auf welche sich der Hund mit Zapfen setzt, die unmittelbar über dem Schwerpunkt liegen.

Der ungarische Hund ist besonders geeignet für Erzgruben, wo auf grössere Längen nicht zu viel zu fördern ist, dabei darf die Strecke nicht zu eng, auch das Tragewerk nicht zu uneben sein.

### 2. Deutscher Hund.

Der deutsche Hund hat Aehnlichkeit mit dem ungarischen, wird aber auf allen 4 Rädern gefahren und hat eine Vorrichtung, um ihn zu leiten, einen sogen. Spurnagel. Das Gestänge, die Förderbahn besteht aus zwei neben einander gelegten Brettern oder Pfosten, welche auf Stegen liegen, im Zwischenraum läuft zum Leiten der Spurnagel des Hundes; derselbe ist (5 Zoll) 131 Millimeter breit, ($2^1/_2$ Zoll) 65 Millimeter dick und hat in dem Gestänge ($1^1/_2$ Zoll) 39 Millimeter Spielraum. Statt des Spurnagels hat man auch eine Gabel, gewissermassen einen doppelten Spurnagel, welche bei der Bewegung eine entsprechend starke Spurlatte im Gestänge umfasst, oder man hat auch Leitrollen, deren gewöhnlich 4 vorhanden sind, zu 2 und 2 mit einem Bügel verbunden, sie liegen unterhalb des Kastens oder, wenn am Boden entleert wird, vorn und hinten; sie verursachen viel Reibung.

Als deutsche Hunde kommen auch Wagen mit Spurnagel hin und wieder vor.

Der deutsche Hund erfordert weniger geschickte Arbeiter, als der ungarische, leistet aber auch nicht so viel, wie dieser; er ist als ein misslungener Versuch zur Lösung der Aufgabe zu betrachten, die jetzt durch Wagen und entsprechendes Gestänge vollständig erledigt ist und dahin gerichtet war, beim Fördern Spur zu halten.

### 3. Schlepp- und Flötzhunde.

Die als Schlepp- und Flötzhunde bezeichneten Fördergefässe sind keine Hunde mehr, sondern nähern sich dem Wagen, sind sind eigentlich Schlepptröge mit Walzen oder Rädern statt der Kufen und werden, wie jene, örtlich in niedrigen Abbauen bei sehr flachem Fallen angewendet, z. B. im Mansfeldischen, im Schaumburgischen. Diese Hunde laufen meist auf natürlicher Sohle, haben niedrige Kasten entweder auf nahe an einander liegenden Walzen oder auf 4 Rädern. In seltenen Fällen bleibt eine Hinterwand des Kastens fort, um in engen Bauen das Haufwerk hineinschieben zu können. Für den Walzenhund wird gewöhnlich kein Tragewerk angebracht, wohl aber für den Räderhund.

Als Beispiel ist der mansfeldische Räderhund[12]) zu betrachten, der auf die Strebbaue beschränkt wird, hier aber durch keine andere Fördermethode ersetzt werden kann, nur hat man zur Erleichterung für mögliche Abkürzung der Förderlänge Sorge zu tragen. Derselbe hat einen länglich viereckigen Kasten aus (1zölligen) 26 Millimeter starken Brettern, die kurzen Seiten sind (2 Zoll) 52 Millimeter stark; im Lichten ist er ($4\frac{1}{2}$ Fuss) 1,412 Meter lang, ($14\frac{1}{2}$ Zoll) 0,379 Meter breit, (6 Zoll) 0,157 Meter tief, er geht auf 4 Rädern von (10 bis 11 Zoll) 0,262 bis 0,288 Meter Durchmesser, deren Achsen (20 bis 24 Zoll) 0,523 bis 0,628 Meter von einander entfernt und innerhalb auf dem Boden des Kastens befestigt sind; die ganze Höhe des Hundes beträgt daher nur (10 bis 11 Zoll) 0,262 bis 0,288 Meter. Statt der Räder hatte man früher auch 2 Walzen. An der Vorder- und Hinterseite ist ein Ring zum Einhängen des Sielzeugs vorhanden. Das Ziehen des Hundes innerhalb der niedrigen Strebräume erfolgt am rechten Fusse des Arbeiters, welcher mit Achselbrett und Fussbrett versehen ist, wie aus Fig. 297 ersichtlich ist. Das Gewicht der Ladung beträgt etwa 2 Centner. Bei ausgedehnter Anwendung im Mansfeldischen leistete man früher mit einem Walzenhunde in 8stündiger Schicht: bei abwärts gehenden Strebfahrten auf (50 Lachter) 105 Meter Länge 14 bis 15 Hunde, auf (100 Lachter) 209 Meter Länge 10 Hunde, auf (200 Lachter) 418 Meter Länge 6 Hunde, bei steigenden Fahrten die

[12]) Mentzel in berg- u. hüttenm. Ztg. von Kerl u. Wimmer. 1865. S. 154. — Erdmenger: Der mansfeldische Kupferschieferbergbau in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 19. B. S. 263.

Hälfte der vorstehenden Hundezahl, bei streichenden Fahrten auf (50 Lachter) 105 Meter 12, auf (30 Lachter) 63 Meter 15, auf (10 Lachter) 21 Meter 20 Hunde. Mit Räderhunden leistet man abwärts $1\frac{1}{2}$ Mal, auf söhliger Bahn und auf Tragewerk $2\frac{1}{2}$ Mal so viel, wie mit Walzenhunden.

Fig. 297.



Um ein möglichst leicht gangbares Fördergefäss einzuführen, hat man seit 1869 Versuche mit eisernen Hunden gemacht, deren Kasten aus Eisenblech und deren Räder aus Schmiedeeisen hergestellt sind. Die Förderjungen nehmen den eisernen Hund, als leichter gehend, lieber als den hölzernen, zumal er nicht schwerer, als dieser, ist, auch keine Grubenfeuchtigkeit annimmt, also allmälig nicht schwerer wird, wie es beim hölzernen der Fall ist.

### 4. Wagen.

Die Wagenförderung wird überall da angewendet, wo es sich um bedeutende Massen und grosse Geschwindigkeit handelt, bei Stein- und Braunkohlen und anderen groben Geschicken, neuerdings auch vielfach mit Vortheil bei edlen Erzen, so dass der ungarische Hund mehr und mehr verdrängt wird, der deutsche Hund aber fast schon verschwunden ist. Der Wagen wird stets nur in Verbindung mit Gestänge benutzt, bei grossen Fördermassen mit Schienen.

Man hat zu unterscheiden:

1. hinsichtlich des Gestänges und der Räder: deutsche und englische Wagen:

2. hinsichtlich der Räder: Wagen mit festen Achsen und beweglichen Rädern oder mit auf der Achse festsitzenden Rädern und beweglicher Achse;

3. hinsichtlich des Wagenkastens: Wagen mit festem Kasten (Wagen im engeren Sinne) und Wagen mit abhebbarem Gefäss (Gestellwagen); ausserdem unterscheidet man Kipp- und Stürzwagen, Bühnenwagen, auf welche andere aufgestellt werden.

#### *aa.* Gestänge.

Holzbahnen sind die ältesten Laufwege für Wagen, ihnen folgten später die Eisenbahnen, darunter zuerst die s. g. deutschen (tramways der Engländer), welche in Holzconstruction wenigstens 200 Jahre zurück in England schon im Gebrauch waren. Dieselben finden sich schon im Jahre 1600 mit Querschwellen von Eichen- oder Fichtenholz, (4 bis 6 Zoll)

0,105 bis 0,157 Meter im Quadrat, (5 bis 6 Fuss) 1,569 bis 1,883 Meter lang, (2 Fuss) 0,628 Meter von einander entfernt, über welche Langbäume von Sycomore- oder Lärchenholz (4 bis 6 Zoll) 0,105 bis 0,157 Meter im Quadrat, (5 bis 6 Fuss) 1,569 bis 1,883 Meter lang, gelegt und mit Holznägeln befestigt werden; in solcher Weise war der s. g. single way construirt. Für den double way legte man zwei Langbäume auf einander, füllte den Raum bis zur Oberkante des unteren Langbaums mit Sand aus, damit die Pferde bequem schreiten konnten. Die obere Fläche der Langbäume (rails) war entweder glatt oder seitwärts mit schmalem Rande (ledge) versehen, oder die Kante war abgerundet und die Räder hatten Spurkränze; schon früh brachte man Eisenplatten in den Curven an. Im Jahre 1767 hatte man die ersten gegossenen, platten Schienen von (3 Zoll) 0,078 Meter Breite mit aufrechten, (3 Zoll) 0,078 Meter hohen Rippen an jeder Seite in Längen von (6 Fuss) 1,883 Meter, welche mit Nägeln und Pflöcken von Eichenholz auf den Langbäumen befestigt wurden.

**Deutsches Gestänge.**

1. Bretter oder Pfosten mit aufgenagelten Spurlatten. Die Dimensionen richten sich nach der Belastung, für 6 bis 10 Ctr. Last macht man sie (6 Zoll) 0,157 Meter breit, (2 Zoll) 0,052 Meter stark, meist von Eichenholz, die Spurlatten ($1\frac{1}{2}$ bis 2 Zoll) 0,039 bis 0,052 Meter im Quadrat, zweckmässig von Buchenholz, welche mit Drahtstiften aufgenagelt werden und zwar zu beiden Seiten in solcher Entfernung von einander, dass der Spielraum der Räder in geraden Strecken nicht unter (1 Zoll) 0,026 Meter bis ($1\frac{1}{2}$ Zoll) 0,039 Meter, in Krümmungen bis zu (2 Zoll) 0,052 Meter beträgt. Diese Holzleitung wird auf Stege gelegt, welche über der offenen Wasserseige (5 und 4 Zoll) 0,131 und 0,105 Meter, auch (6 und 5 Zoll) 0,157 und 0,131 Meter stark sind; dieselben werden (3 Fuss bis $\frac{1}{2}$ Lachter) 0,942 bis 1,046 Meter von einander entfernt gelegt und in die Streckenstösse eingebühnt.

2. Winkelschienen (plate rails), statt deren man in früherer Zeit auch Rinnenschienen hatte, früher aus Gusseisen, jetzt überwiegend gewalzt. Selten wendet man dieselben ohne Unterlagen an, weil sonst eine zu grosse Stärke gewählt werden muss und die einzelnen Stücke zu schwer werden. Als Unterlage nimmt man Bretter oder Pfosten (Strassbäume) von (3 zu 3) 0,078 zu 0,078 oder (4 zu 3 Zoll) 0,105 zu 0,078 Meter, auf denen die Schienen durch Nägel mit versenkten Köpfen und Widerhaken befestigt werden; die Strassbäume sowohl, wie die Schienen, bei denen solche nicht angewendet werden, liegen auf Stegen, die in die Stösse eingebühnt sind und über welche ein Laufbrett für den Wagenstösser gelegt wird. Wenn keine Strassbäume vorhanden sind, erhalten die Schienenblätter, wie in Belgien, England, unten eine Verstärkungsrippe, mit denen sie in die Stege eingelassen werden, auch wohl seitliche Ohren, in denen man sie auf den Stegen befestigt. In anderen Fällen giebt man

den Schienenstücken an den Enden nur seitwärts halbcylinderische, sich zur Hälfte mit der folgenden Schiene überdeckende Verstärkungen, in denen die Befestigung erfolgt; diese Verbindungsart giebt aber leicht zu Schwankungen Veranlassung. Die Spurrippe böscht man zuweilen etwas ab, um ein Festsetzen der Räder zu verhindern; dieselbe liegt bald nach Aussen, bald nach Innen, das Letztere ist bei der Bewegung mittelst Pferden vorzuziehen.

Die gewalzten Schienen macht man bei uns (2 bis 3 Zoll) 52 bis 78 Millimeter breit, ($^1/_2$ Zoll) 13 Millimeter dick mit ($^3/_4$ bis 1 Zoll) 20 bis 26 Millimeter hoher Rippe, deren Gewicht auf den Fuss $4^1/_2$ Pfund, auf das Doppellachter etwa 60 Pfund beträgt, wobei Strassbäume vorhanden sein müssen. Auf den Gruben bei Saarbrücken sind bei 10 Centner Ladung diese Schienen ($2^3/_4$ Zoll) 72 Millimeter breit, ($^1/_2$ Zoll) 13 Millimeter stark, mit (1 Zoll) 26 Millimeter hoher, ($^1/_3$ Zoll) 9 Millimeter dicker Rippe und liegen auf (3 Zoll) 78 Millimeter hohen, (4 Zoll) 105 Millimeter breiten Stegen, die mit Holzstiften befestigt sind; das Doppelmeter solcher Schienen wiegt 18 Kilogramm.

Versuchsweise hat man steinerne Stege angewendet, auch solche von Gusseisen, wie in Belgien, zu Anzin, in England. Der Steg hat dann entweder eine Vertiefung zur Aufnahme der Schienen, welche darin mit einem Holzpflock festgekeilt wird oder einen Vorsprung in der Vertiefung, mit welchem ein Loch in der Schiene correspondirt; umgekehrt ist auf den Gruben bei Abercarne in Südwales an den Schienen ein Ansatz, welcher in ein Loch des gusseisernen Steges passt.[13])

Die Uebelstände deutschen Gestänges sind die, dass das Holz sich leicht abnutzt, die Anlage also theuer wird, Schienen von Gusseisen sind gleichfalls wenig haltbar, bei der gleichzeitigen Anwendung von Guss- und Walzeisen ist die verschiedene Ausdehnung beider Materialien nachtheilig. Die vielen Stösse, welche die Räder bei der Kürze der Gussstücke und durch die vielen Nagellöcher erfahren, sind nachtheilig und bewirken einen wenig stabilen Gang, so dass ein geringerer Effect, als bei englischem Gestänge erzielt wird. Dagegen hat man den einen Vortheil, dass beim Legen weniger sorgfältig verfahren zu werden braucht, Wechsel und Ausbiegungen sich leichter herstellen lassen und Krümmungen besser zu überwinden sind.

Zu erwähnen ist noch, dass man in England gusseiserne Schienen hat, deren Rippe so hoch, wie das Blatt breit, ist, so dass sie sich umdrehen lassen, wenn das Blatt als solches nicht mehr zu brauchen ist.[14])

---

[13]) Serlo, v. Rohr, Engelhardt, der Steinkohlenbergbau in England u. Schottland in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 10. B. S. 58.

[14]) Herold, ebenda. Bd. 3. B. S. 40.

### Englisches Gestänge.

Ursprünglich bestand das englische Gestänge aus hölzernen Strassbäumen, welche man zweckmässig etwas in die Stege einlegt, dieselben bestanden aus Eichenholz, auf denen Latten von Buchenholz aufgenagelt wurden. Dies führte hinüber zum Benageln mit Flachschienen, was in Verbindung mit Langschwellen auch über Tage bei der Magdeburg-Leipziger Eisenbahn angewendet, aber bald beseitigt wurde. Die Flachschienen sind ($1^1/_4$ Zoll) 33 Millimeter breit, ($^1/_8$ bis $^1/_4$ Zoll) 3 bis 7 Millimeter dick; sie lockern sich leicht in den Nagellöchern und haben keine glatte Fläche, weshalb man zu anderen Constructionen übergegangen ist.

Man wandte hochkantige Stäbe mit oblongem Querschnitt an, ($1^1/_2$ bis $1^3/_4$ Zoll) 39 bis 46 Millimeter hoch, ($^3/_4$ bis 1 Zoll) 20 bis 26 Millimeter breit, mit durchgehenden Nagellöchern; dieselben sind schwer und plump und doch nicht stabil, weshalb auch sie verlassen sind.

Kantenschienen mit Keilbefestigung[15]) sind leicht zu legen und zu biegen, halten aber nicht gut und bedürfen häufig des Nachziehens der Keile, ihre Krone liegt zu tief, auch werden die Räder leicht angegriffen. Auf den Gruben bei Saarbrücken sind die Schienen (22 Linien) 48 Millimeter hoch, (5 Linien) 11 Millimeter breit und werden zur Hälfte ihrer Höhe in die (4 Zoll) 10 Centimeter hohen Stege versenkt, wo sie durch einen Holzkeil festgehalten werden, der in der Regel auf der inneren Seite angebracht wird; ein Doppelmeter dieser Schienen wiegt 10 Kilogramm.

Auf den Braunkohlengruben in der Provinz Sachsen sind die Schienen (2 Zoll) 52 Millimeter hoch, ($^3/_8$ bis $^7/_{16}$ Zoll) 10 bis 11 Millimeter breit und werden gleichfalls auf die Hälfte ihrer Höhe in die Stege eingesenkt, doch macht man hier abweichend den Keil etwas niedriger, als der Einschnitt im Steg tief ist, was nicht gebilligt werden kann, da sich immer Schmutz ansammelt, der zuletzt den Gang der Räder hemmt; die Keile sind hier (6 Zoll) 16 Centimeter lang, ($^7/_8$ Zoll) 23 Millimeter hoch, hinten ($1^3/_8$ und $1^1/_8$ Zoll) 36 und 29 Millimeter, vorn ($1^1/_8$ und $^7/_8$ Zoll) 29 und 23 Millimeter breit.

Früher hat man auch Kantenschienen mit Hakenbefestigung angewendet, indem ein an dem Stege befestigter Haken in ein Loch der Schiene eingriff, diese Einrichtung war sehr wenig stabil. Auch hat man statt der Holzschwellen entweder die natürliche Gesteinsohle oder Steinschwellen benutzt, das Letztere z. B. auf der Tagebahn der Grube Himmelfahrt bei Freiberg, wo man einen eisernen Keil in die Schwelle eingebohrt hat, an welchem die Schiene angeschraubt wurde, wodurch eine stabile Bahn nicht hergestellt wurde.

[15]) Nöggerath, a. a. O. Bd. 3. B. S. 182. — Ottiliä, ebenda Bd. 8. B. Seite 317.

Zur Vermeidung eines Theils der Uebelstände hat man Z-Schienen angewendet, z. B. auf den Gruben bei Saarbrücken nach Fig. 298, wo die Schiene ($2^2/_3$ Zoll) 70 Millimeter hoch war und zur Hälfte in den Steg versenkt wurde, die Flügel hatten eine Breite von ($6^1/_2$ Linien) 14 Millimeter, ein Doppelmeter wog 20 Kilogramm; aber auch bei dieser Construction zeigten sich die angegebenen Nachtheile.

Gegossene Schienen sind selten und auch wohl nur auf Grubenbahnen über Tage versucht, in Gestalt der s. g. Fischbauchschienen nach untenstehender Form, Fig. 299 und 300 in Stücken gleich den Entfernungen zweier Stege von Mitte zu Mitte; gewalzte Fischbauchschienen, welche in Stühlchen befestigt wurden, hatte man früher in England.[16])


Fig. 298. Fig. 299. Fig. 300.

Den Schienen von Locomotivbahnen sind nachgebildet die T-Schienen in Stühlchen, die Flügelschienen, welche an manchen Stellen auch T-Schienen genannt werden, und die Brück- oder Hohlschienen; dieselben sind sämmtlich gewalzt, obwohl die letzteren auch gegossen vorkommen.

Die T-Schienen in Stühlchen haben in Deutschland wenig in Anwendung gestanden, häufiger in Belgien, stellenweise auch in England;[17]) sie veranlassen Schwierigkeiten beim Legen, weil nicht nur die Stühlchen auf den Stegen befestigt, sondern auch die Schienen in den Stühlchen festgekeilt werden müssen. Bei Eisenbahnen finden sich wohl noch T- und doppelt T-Schienen, von denen man letztere umkehrt, wenn der Kopf als solcher nicht mehr verwendet werden kann, was indess in Preussen verboten ist. Auf der westfälischen Staatsbahn hat man statt der Stühlchen Winkellaschen an die Schienen angebracht, mittelst deren dieselben auf den Schwellen befestigt wurden.[18])

Die Flügelschienen sind den breitbasigen oder Vignolesschienen nachgebildet, haben sich am besten bewährt und sind jetzt am verbreitetsten. Bei Locomotivbahnen über Tage wird die Verbindung an den Stössen der Schienen durch s. g. Stoss- oder Stuhlplatten und durch Seitenlaschen aus Puddelstahl hergestellt, welche mittelst durchgehender Schraubenbolzen befestigt werden, auf den Zwischenschwellen wird die Schiene durch Hakennägel oder s. g. Kloben festgehalten; in anderen Fällen ist der Schienenfuss nur mit der Wechselplatte verschraubt, welche ihrerseits durch Hakennägel gehalten wird. Beim Bergbau findet jetzt durchgängig

[16]) v. Oeynhausen und v. Dechen, über Schienenwege in England in Dr. Karsten Archiv 1829. Bd. 19. S. 50.

[17]) Busse, in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 6. B. S. 103.

[18]) Zeitschr. f. Bauwesen, redigirt von Erbkam. Berlin 1856. Bd. 6. S. 409.

die Anwendung von Hakennägeln zur Befestigung statt an Stelle des früher wohl gebrauchten Lochens des Fusses; gewöhnlich liegen die Schienen hierbei unmittelbar auf dem Steg und sind dann wohl um die Dicke des Fusses in denselben eingelassen; die Schienen stossen an den Enden glatt an einander. Selten liegen, wie auf Braunkohlengruben in der Provinz Sachsen,[19]) die Schienen auf (2 zölligen) 52 Millimeter starken Längsbrettern, durch welche die Hakennägel hindurch bis in die unterliegenden Stege reichen, die Bretter sind nur so weit von einander entfernt, dass das zwischen ihnen zu liegende Laufbrett auf dieselben aufgenagelt werden kann. Die Wechselstege, auf denen die Schienen an einander stossen, sind in der Regel (4 Zoll) 10 Centimeter hoch, (6 Zoll) 16 Centimeter breit, die Mittelstege (4 Zoll) 10 Centimeter hoch, (4 Zoll) 10 Centimeter breit. Die Flügelschienen unter Tage bei Lasten von 10 bis 12 Centnern und grossen Fördermassen wiegen im Doppelmeter gegen 20 Kilogramme, schwächere Formen mit etwa 10 Kilogramme auf das Doppelmeter erwähnt Ottiliä; auf der Tagesbahn des Müsener Stahlbergs liegen Schienen von (2 Zoll) 52 Millimeter Höhe, welche unten (2 Zoll) 52 Millimeter, in der Kronenfläche ($1\frac{1}{3}$ Zoll) 35 Millimeter breit sind und 20 Kilogramme im Doppelmeter wiegen, im Stolln sind sie nur ($1\frac{2}{3}$ Zoll) 44 Millimeter hoch und ($1\frac{1}{2}$ Zoll) 39 Millimeter im Fuss breit. Auf den Gruben bei Saarbrücken stellt man jetzt bei grossen Fördermassen und Pferdeförderung die Verbindung an den Wechseln durch viermal gelochte Laschen von ($11\frac{3}{4}$ Zoll) 31 Centimeter Länge und Wechselstühlchen (Unterlagsplatten zur Aufnahme des Schienenfusses) mit aufgelegten, verschraubten Platten (Deckplatten) her, die Stege liegen (20 Zoll) 52 Centimeter von einander entfernt; man hat dort drei Sorten von Schienen im Gebrauch, deren

| | 1. | 2. | 3. |
|---|---|---|---|
| Kopfbreite | 38 Millimeter | 33 Millimeter | 28 Millimeter |
| Rippenstärke | 11 „ | 11 „ | 8 „ |
| ganze Höhe | 78 „ | 78 „ | 78 „ |
| Fussbreite | 61 „ | 61 „ | 61 „ |
| Gewicht auf den laufenden Meter | 14 Kilogramme | $11\frac{1}{2}$ Kilogramme | 9 Kilogramme |

von denen die erste Sorte am seltensten, die dritte am häufigsten in Anwendung steht; sie sind sämmtlich höher, als die früher benutzten, was ganz zweckmässig ist, namentlich bei Pferdeförderung, weil das Ansetzen von Schmutz behindert wird.

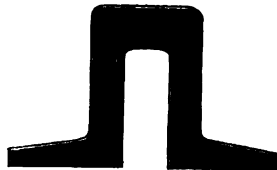
Brückschienen sind auf Locomotivbahnen in Amerika beliebt, auch in England vorhanden, z. B. auf der im Jahre 1838 erbauten Great Western-Eisenbahn, wo sie in Verbindung mit Langschwellen angewendet wurden; sie kommen auch mit Stuhlplatten vor.

In England sind sie nicht selten in den Gruben benutzt, vorherrschend

[19]) Ottiliä a. a. O. S. 318.

in Durham, Northumberland, Lancashire;[20]) wo als Stege (4zölliges) 10 Centimeter hohes Kiefernholz sich findet, welche unmittelbar auf dem Liegenden liegen und auf denen die Schienen mittelst Hakennägel befestigt werden; sie haben die in der Fig. 301 dargestellte Form, sind im Fuss (3 bis $3^1/_4$ Zoll) 78 bis 85 Millimeter, im Kopf (1 bis $1^3/_8$ Zoll) 26 bis 36 Millimeter breit und ($1^1/_2$ Zoll) 39 Millimeter hoch. Das Doppelmeter solcher Schienen wiegt 20 Kilogramme. Die Schienen sind jedenfalls sehr stabil, kommen aber bei uns nur selten vor, neuerdings auf dem Steinkohlenbergwerk bei Ibbenbüren; bei gleichem Gewicht möchten sie den Flügelschienen wegen ihrer geringeren Höhe nachstehen.

Fig. 301.



In mehreren Revieren hat man in neuerer Zeit Stahlschienen für die Grubenförderbahnen zur Anwendung gebracht. Auf der Königsgrube in Oberschlesien hat man Schienen aus Bessemerstahl eingebaut, von deren Haltbarkeit man befriedigt ist, nur die für die Curven kalt gebogenen Schienen zeigen Neigung zum Springen. Auf den westfälischen Gruben stehen Schienen aus Krupp'schem Gussstahl in Gebrauch, dieselben sind, nach dem Gewicht berechnet, in der Anschaffung um Weniges theurer, als Eisenschienen, dagegen halten sie länger und können im Profil leichter hergestellt werden, auch lässt sich das Material nach gemachtem Gebrauch höher verwerthen, als das verbrauchter Eisenschienen.[21])

Zur Befestigung der Schienen hat man auf der Grube Rhein-Elbe bei Gelsenkirchen eiserne Schwellen benutzt.[22]) Dieselben bestehen aus gewalzten Schienen mit aufgegossenen Stühlchen, in welchen die Bahnschienen durch eiserne Keile befestigt werden. Diese Einrichtung, allerdings theurer, als bei Anwendung von Holzschwellen, hat den Vorzug grösserer Haltbarkeit, kann schneller verlegt und wieder aufgenommen werden, was namentlich da von Wichtigkeit ist, wo eine öftere Verlegung der Bahn, z. B. bei quellendem Liegenden erforderlich ist.

Auch Steinunterlagen hat man statt der Schwellen auf den oberharzischen Gruben eingeführt[23]) und dabei gute Erfolge erzielt, indem man das häufige Auswechseln der Schwellen erübrigt. In die Steinunterlagen werden Löcher gebohrt, welche mit Holzpflöcken ausgefüllt werden, auf welche man alsdann die Schienen festnagelt.

Die eisernen Schwellen verdienen vor den Steinunterlagen den Vorzug, weil die Bahn schneller zu legen und leichter zu verlegen und zu berichtigen ist.

[20]) Busse, a. a. O. Bd. 6. B. S. 113. — Serlo, v. Rohr, Engelhardt, ebenda. Bd. 10. B. S. 58.

[21]) Hauchecorne: Versuche und Verbesserungen beim Bergwerksbetriebe in Preussen während der Jahre 1863 bis 1869 in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 17. B. S. 71.

[22]) Ebenda.

[23]) Ebenda.

### Wechsel, Gabelungen, Streckenkreuze.

Bei deutschem Gestänge sind an den Stellen, wo sich Schienenbahnen abzweigen oder kreuzen, meist Vertische angebracht, die man wohl mit Eisenblech von ($^1/_8$ bis $^1/_4$ Zoll) 3 bis 7 Millimeter Dicke oder auch mit Gussplatten belegt, wie auch ähnlich die Sohlen der Füllörter belegt werden, was auch bei englischem Gestänge stattfindet; das Einlenken der Wagen in die neue Schienenbahn erfolgt lediglich durch die Handhabung des Schleppers. Einfache Gabelungen kann man durch Schienen direct ausführen, was bei Kreuzen ebenfalls möglich ist, aber complicirt wird und nur durchführbar ist, wenn man besonders gegossene Stücke anwendet.

Für englisches Gestänge sind Vertische gleichfalls anwendbar, indem man die Oberfläche der Strassbäume oder der Schienen vor der Einmündung in den Vertisch so tief senkt, dass der Wagen ohne Stoss sich auf die Spurkränze der Räder setzt; sie kommen indess nur bei Abzweigungen nahe im rechten Winkel oder ähnlichen Kreuzen vor, wo man das Einführen des Wagens durch innere Leitschienen sichert, und auch nur bei Förderung durch Menschen. An Wechseln der Bahn hat man auf der Grube Graf Beust bei Essen statt schmiedeeiserner Platten Vertischungen oder Bühnen aus gusseisernen Platten von 0,197 Quadratmeter Grösse und 16 Millimeter Dicke gelegt, welche in einem 26 Millimeter dicken Bette aus Trassmörtel ruhen; dieselben werfen sich weniger, werden nicht so glatt und sind billiger als schmiedeeiserne Platten.[24])

Pferde können solche plötzliche Biegungen nicht passiren, weshalb man alsdann allmälige Richtungsveränderungen durch Gabelungen und Curven eintreten lässt, was überhaupt für rasche Förderungen gut ist. Für Menschenförderungen stellt man solche Gabelungen nur durch Ausschneiden der Schienen her, Fig. 302, was zwar auch bei Pferden geht, doch sind hier drehbare Spitzen besser, denen man Contreschienen hinzufügt, Fig. 303, wo aa die beweglichen Spitzen, bb die Contreschienen bedeuten. Zwei solcher Spitzen, welche auf Eisenplatten gleiten, sind nothwendig, wenn der kommende Zug bald in den einen, bald in den anderen Strang der Gabelung einlenken soll; geht aber beispielweise der kommende Zug stets rechts, der andere stets links, so genügt an dieser Stelle eine Spitze. Aehnlich ist die Einrichtung, wenn die Gabelung als Wechselplatz dient, und später beide Stränge sich wieder vereinigen.

Zwei Spitzen kann man nach Art einer Weiche durch eine Stange mit Hebel vereinigen und so stellen, dass die eine immer offen, die andere immer geschlossen ist; auch kann man bei Bewegung immer in demselben Sinn selbstthätig stellen lassen, wie z. B. in ähnlichen Fällen bei Bremsbergen in England[25]) geschieht durch einen an die Schienen, beziehungs-

[24]) Ebenda.
[25]) Herold, a. a. O. Bd. 3. B. S. 41. — Busse, ebenda. Bd. 6. S. 102.

weise an die Spitze befestigten und belasteten Winkelhebel. Fig. 304 und 305, worin a den festen Drehpunkt des Hebels, b die feste, c die bewegliche Schiene bezeichnet.

Fig. 302.

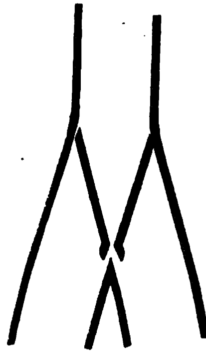
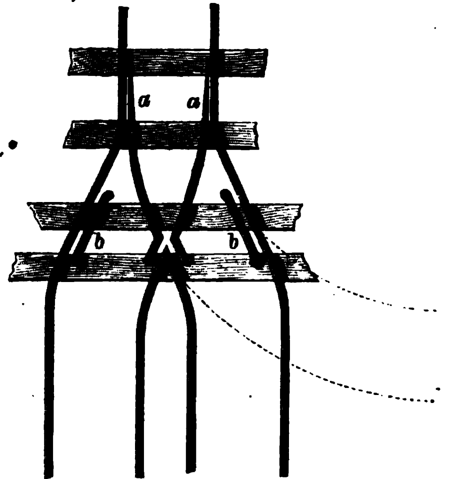


Fig. 303.




An einer Weichenstellung auf der Grube ver. Hannibal bei Bochum in Westfalen[26]) hat man durch seitlich befestigte Gummibänder die Einrichtung getroffen, dass dieselbe immer nach einer und derselben Seite angelegt erhalten wird. Wenn der Wagenzug, welcher hier von Pferden

Fig. 304.

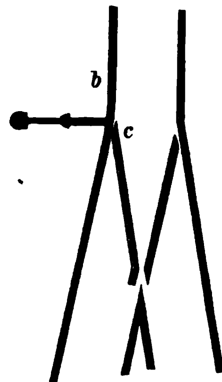
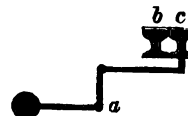



Fig. 305.




bewegt wird, von der Seite des spitzen Winkels her kommt, so drücken die Spurkränze der Räder die Weiche ab, welche alsdann nach dem Passiren des Zuges durch die Gummibänder wieder geschlossen wird.

---

[26]) Hauchecorne a. a. O. S. 71.

An Gabelungen wendet man mit Vortheil gegossene Herzstücke von Hartguss an, so in England, auch in Westfalen;[27]) die Schienen werden als Fortsetzung der Herzstücke eingelegt.

Drehscheiben findet man, um leicht im Winkel ablenken zu können, bei Saarbrücken, auf der Zeche Nachtigall bei Witten; die Drehscheibe ruht auf einem mittleren Zapfen, ausserdem bewegt sie sich an der Peripherie auf Rollen, welche im Unterbau eingebracht sind, doch fehlen dieselben auch wohl bei kleinen Scheiben.

### Allgemeines über Förderbahnen.

Bei starker Förderung ist zweckmässig zwei Geleise neben einander zu legen, damit der volle Wagenzug immer auf dem einen, der leere auf dem anderen laufen kann; wenigstens muss man beim Vorhandensein nur eines Geleises in angemessenen Entfernungen Wechsel anbringen, an denen der leere Zug dem vollen ausweichen kann, die Anwendbarkeit derselben ist durch die Lagerstätte und die Dimensionen der Baue bedingt. In Querschlägen mit einseitiger, offener Wasserseige, wo also Menschen die Wagen stossen, geht das Geleise für die leeren Wagen in den Wechseln über derselben.

Bei Förderung mittelst stationären Maschinen und Seilen, wo der Punkt der Begegnung genau bekannt ist, hat man nur an dieser Stelle doppeltes Geleise und sonst nur drei Schienen, Fig. 306, wo a ein Herzstück von Gusseisen darstellt, ja selbst nur einfaches Geleise.

Fig. 306.




Im letzteren Falle ist aber die Führung der Seile schwierig und eine Weichenstellung nothwendig, die sich allerdings selbstthätig machen lässt; im ersteren Falle hat man nur eine geringe Ersparung an Streckenbreite und an Anlagekosten des Schienenweges, die sich aber durch stärkere Abnutzung der Mittelschiene wieder ausgleicht. In England hat man diese Einrichtung auch bei flachen Strecken, wo man auch noch den dritten Fall hat, dass auf der halben Länge einfaches, auf der unteren Länge doppeltes Geleise liegt.[28])

Die Bahnen haben im Allgemeinen nach den Schächten zu Neigung. Für Stolln ist für die vor dem 1. October 1865 verliehenen Erbstolln, deren Verleihung seitdem nicht mehr stattfindet, die Neigung in Preussen vorgeschrieben und durch den Zweck bedingt, bei Tiefbauen mit Sohlenbildung dagegen kann man ohne Nachtheil das Ansteigen nach dem Bedürfniss reguliren.

---

[27]) Serlo etc. ebenda. Bd. 10. B. S. 58. Ebenda. A. S. 206. — Hauchecorne a. a. O. S. 71.

[28]) Herold, a. a. O. S. 41. — Serlo etc. a. a. O. S. 58.

In Belgien ist im Allgemeinen angenommen, dass bei kürzeren Förderlängen zweckmässig so viel Neigung zu geben ist, um den vollen Wagen freiwillig herabgehen zu lassen, wofür man dort ein Neigungsverhältniss von $^1/_{100}$ bis $^{15}/_{1000}$ nimmt, obwohl diese Zahl nicht absolut ist, da das Material der Bahn, das Gewicht der Ladung, der Raddurchmesser u. s. w. einwirken. Bei längeren Wegen hingegen muss man sich so einrichten, dass nach beiden Richtungen die Bewegung gleich leicht bewirkt werden kann, wofür man ein Neigungsverhältniss von $^1/_{200}$ bis $^6/_{1000}$ annimmt, was gleichfalls nicht absolut ist, wie man z. B. in Oberschlesien gefunden hat, dass, wenn der Durchmesser der Achsen zu dem des Rades sich wie 1:12 verhält und das Gewicht des Wagens $^1/_4$ oder $^1/_5$ der ganzen Last beträgt, nach Berechnung aus Versuchen eine Neigung

von 2 Grad 3 Minuten für eichene Strassbäume,
„ 50 Minuten für flache Schienen
„ 43 Minuten für andere Schienen

erforderlich ist. Beim Verhältniss von $^1/_{200}$ macht die Neigung auf 100 Meter Länge $^1/_2$ Meter aus, während man in Preussen Grundstrecken auf 100 Meter nur 0,125 Meter, Hauptquerschläge oft nur 0,062 Meter ansteigen lässt.

An und für sich ist das belgische, auch anderwärts befolgte Princip zu billigen, welches man in England und auch neuerdings auf bedeutenderen preussischen Gruben dahin ausgedehnt hat, dass man bei kurzen Förderwegen oder an den Enden längerer Schienenbahnen die Last, seien es die beladenen vom Abschlagepunkte, seien es die leeren Wagen zum Anschlagepunkte, freiwillig auf geneigter Bahn laufen lässt, wodurch bedeutend an Arbeitskraft erspart wird.[29])

*bb.* Construction der Wagen.

Da in vielen Fällen ausschliesslich Menschen die Förderung besorgen und in keinem Falle ihre Mithilfe entbehrt werden kann, so ist es als Princip aufzustellen, dass man nicht mehr Ladung giebt, als ein Mensch bewegen kann, so dass man bei Benutzung von Pferden oder Maschinenkraft eine grössere oder geringere Zahl von Wagen zu einem Zuge vereinigt. Daher sind grössere Wagen unter Tage, wie sie zuweilen bei Pferdeförderung in Belgien, selten in England angewendet wurden, fehlerhaft, weil das Beladen nur durch Ausfüllen kleinerer Wagen möglich ist, zu grosse Streckendimensionen erforderlich werden, am Schachte abermals ein Umladen stattfinden muss.

Wenn das oben ausgesprochene Princip richtig angewendet wird, erreicht man, dass man, sofern die Abbaumethode dies nur immer gestattet, mit dem Fördergefäss vor Ort fahren, und dass dasselbe ohne weiteres Umladen direct in die Schächte übergehen kann, was bei Stein-

---

29) Hauchecorne a. a. O. S. 72.

kohlen, ähnlich auch bei Braunkohlen, überhaupt für grössere Förderquanta unerlässlich ist; es wird dies auch mehr und mehr bei groben Geschicken, wie Eisenerz, Galmei befolgt und findet selbst bei edleren Erzen Eingang, obschon für letztere besondere Schachtgefässe (Tonnen) aus dem Grunde beibehalten werden und werden müssen, weil die Förderung nur einen geringen Theil der Schichtzeit in Anspruch nimmt, was sich bei geringem Haufwerk nicht ändern lässt, da oft nicht einmal in jeder Schicht Förderung stattfindet.

Bei englischen Schienen und söhliger, beziehungsweise schwach abfallender Bahn sind 10 bis 12 Centner als Maximum der Ladung anzunehmen; bei Steinkohlen beträgt das Gewicht des hierzu erforderlichen Wagens 5 bis 6 Centner, die ganze Last also 15 bis 17, beziehungsweise 16 bis 18 Centner. Von diesem Maximum muss man abgehen, wenn die dazu erforderlichen Dimensionen den Verhältnissen der Lagerstätte nicht entsprechen, was im Ganzen selten vorkommt, oder wenn zu den vorhandenen Schachträumen die Dimensionen nicht passen, beziehungsweise diejenige Vertheilung auf Länge, Breite und Höhe nicht gestattet, welche bei der Form der Lagerstätte in Beziehung auf Herstellung der Strecken ökonomisch noch vortheilhaft ist, was indess nur, da neue Schächte den Verhältnissen der Förderung angepasst werden müssen, bei alten Schächten der Fall sein kann; wie es z. B. bei den alten Schächten im Mansfeldischen geschehen musste.[30]) Auch kann man zur Annahme geringerer Lasten, d. h. kleinerer Wagen, durch das Vorhandensein zu schwacher Maschinen bestimmt werden, endlich auch dadurch, dass unter Tage viel diagonale Wege mit starken Ansteigen vorhanden sind oder sonst unregelmässige Bahnen, weiche Sohle u. dgl. m. das Maximum der Last verbieten. In solchen Fällen nimmt man nur 8 oder 6 Centner, selbst weniger Ladung. Auf Braunkohlengruben in der Provinz Sachsen hat man gewöhnlich 2 Tonnen oder 6 Centner Ladung. Für deutsche Schienen scheint 10 Centner das meist angenommene Maximum, in der Regel bleibt man unter demselben.

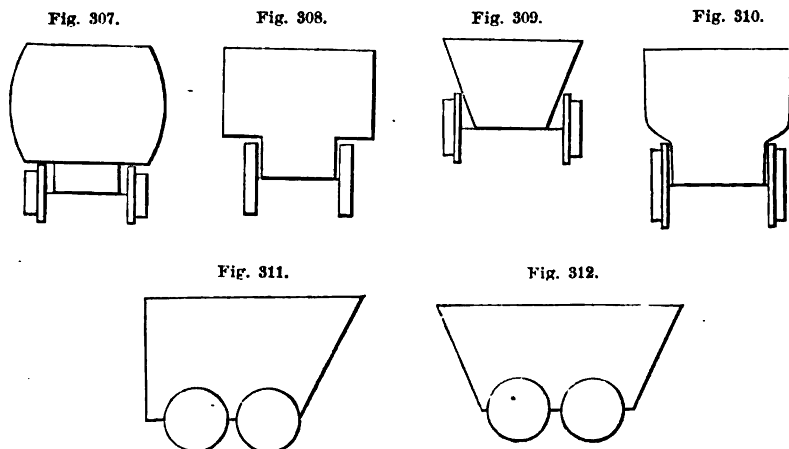
Der räumliche Inhalt des Kastens bestimmt sich durch das absolute und specifische Gewicht der einzuladenden Massen; bei gleichem absoluten Gewicht muss der Raum also am grössten für Stein- und Braunkohlen sein, geringer für Erzhaufwerk.

Die gewöhnlichste Form ist die parallelepipedische, das Material Holz mit Eisenbeschlag oder Eisenblech. Es kommen aber auch andere Formen vor, z. B. die berlaines der Gegend von Lüttich mit unterstehenden Rädern, Fig. 307, welche ohne Fördergestell in die Schächte gehen und deshalb gebauchte Wände haben. Zum Schutze der Räder hat man die Formen Fig. 308 und 309 angewendet, in geringerer Ausdehnung auch Fig. 310, welche letztere nur aus Blech herzustellen ist; doch kann

---

[30]) Erdmenger in Zeitschr. f. B., H.- u. S.-Wesen. Bd. 19. B. S. 265.

man diesen Schutz auch bei parallelepipedischer Form bewirken durch ausserhalb gelegte Radhauben, durch Anbringung der Räder unterhalb des Kastens; wenn dies bei Achsen, welche unmittelbar am Boden be-


Fig. 307. Fig. 308. Fig. 309. Fig. 310. Fig. 311. Fig. 312.

festigt sind, geschieht, so erhält man Radhauben im Innern des Kastens, was aber eine schlechte Construction ist und nur niedrige Räder gestattet; der Zweck ist besser erreicht, wenn man unter dem Boden Langbäume anbringt, unter denen die Achsen sitzen. Zum leichteren Ausstürzen hat man die Formen der berlaines à bec Fig. 311 zu Mons oder Fig. 312 zu Blanzy, ähnlich auch zu Stiringen bei Forbach angewendet und denselben noch eine bewegliche Thür gegeben.

Diese Einrichtung ist zu dem Zweck nicht nothwendig, da man auch bei anderen Constructionen eine Wand beweglich machen kann; viel besser ist es aber, da eine solche Wand dem Kasten die Stabilität raubt, das Ausstürzen mittelst Wipper zu bewirken.

Die Vertheilung der Dimensionen des Kastens ist bedingt durch die Lagerstätte, beziehungsweise durch die Streckenräume, auch durch die Schachträume und schwankt daher sehr, mindestens in Bezug auf Länge und Breite, welche Letztere wieder von der Spurweite abhängig ist; der Natur der Sache nach herrschen Formen mit grösserer Länge, als Breite vor. Die Höhe des ganzen Wagens darf ein Maximum nicht überschreiten, weil sonst das Beladen zu schwierig wird, aber auch nicht zu niedrig genommen werden, weil sonst der Fördermann den Wagen nicht bequem handhaben kann, eine Höhe von (36 bis 40 Zoll) 1 Meter scheint für alle Fälle angemessen zu sein. Durch die Dimensionen der Räder und das Anbringen oder Weglassen von Langbäumen hat man Gelegenheit, sich hinsichtlich der Tiefe des Kastens in ziemlich weiten Gränzen zu halten. Im Allgemeinen ist der Kasten um so länger, je schmaler die Strecken, beziehungsweise je steiler aufgerichtet und geringer mächtig die

Flötze sind, während man bei weiten Strecken und flachem Fallen mehr in die Breite geht. Auf der Steinkohlengrube Carolus Magnus bei Essen werden in den Abbaustrecken eines (28 Zoll) 0,732 Meter mächtigen, stark geneigten Flötzes am Fusse der Bremsberge die gewöhnlichen Wagen durch Oeffnen des einen Giebels in ein besonderes Fördergefäss von untenstehender Construction, Fig. 313, entleert und gehen dann wieder aufwärts. Ganz abnorm ist die von Godin angegebene Form mit seitlich überhängenden Wänden,[31]) Fig. 314, wie sie auf Espérance in dressants,

Fig. 313.

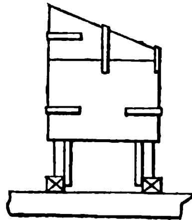
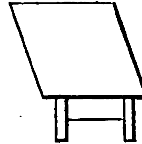


Fig. 314.



wo die Thürstöcke 85 Grad Neigung besitzen, angewendet sind, in der Absicht, weniger nachreissen zu müssen; die Wagen sind von 4 Millimeter starkem Eisenblech construirt.

Das Holz ist gewöhnlich (1 Zoll) 26 Millimeter stark, mit Eisenbeschlag versehen, wodurch namentlich die Kanten, Ränder und Ecken zu sichern sind; in England macht man die Wände sogar nur (3/4 und 7/8 Zoll) 20 und 23 Millimeter stark aus Kiefernholz, giebt aber dann starken Eisenbeschlag.[32]) Bei grosser Länge des Wagens bringt man wohl zur grösseren Stabilität in der Mitte oben von einer Langseite zur anderen eine Eisenstange oder eine Kette mit Haken an. Oft ist eine Wand beweglich, entweder als Thür oder als Klappe, welche dann besonders mit Eisen stark befestigt werden muss, damit der Wagen nicht zu sehr an Stabilität verliert; im Ganzen ist diese Einrichtung verwerflich und nur dann bedingt, wenn man die Entleerung nicht mittelst Wipper bewirkt.

Eisenblech nimmt man auf Steinkohlengruben (1/8 Zoll) 3 Millimeter dick, auf Braunkohlengruben[33]) nur (1/12 Zoll) 2 Millimeter, was sehr gering scheint, auf dem Stahlberg bei Müsen[34]) bei einem Inhalt von 4 Scheffeln (1/6 Zoll) 4 Millimeter, auf Schacht Bolze bei Eisleben (1/4 Zoll) 7 Millimeter. Bei geringer Dicke der Wände ist mindestens oben ein stärkerer eiserner Rand erforderlich, welcher dem Ganzen einen grösseren Halt gewährt. Zuweilen giebt man den eisernen Wagen einen hölzernen Boden, wodurch dieselben stabiler werden und der Verletzung beim Ein-

---

[31]) „Der Berggeist.“ Köln 1861. S. 271.
[32]) Serlo, v. Rohr, Engelhardt a. a. O. Bd. 10. B. S. 59.
[33]) Ottiliä a. a. O. Bd. 8. B. S. 317.
[34]) Adalb. Nöggerath ebenda. Bd. 11. B. S. 88.

füllen und Entleeren weniger ausgesetzt sind. Eigenthümlich ist es, dass in England fast ausschliesslich hölzerne Wagen in Anwendung stehen, wenn man von den in Südwales gebräuchlichen Gerippewagen absieht, welche aus ($2^1/_2$ Zoll) 65 Millimeter breitem, in mit (3 Zoll) 78 Millimeter Zwischenraum angebrachtem Flacheisen bestehen und in welche nur Stückkohlen geladen werden. Die Urtheile über die Vorzüge der hölzernen und eisernen Wagen sind sehr abweichend von einander; grössere Versuche sind angestellt auf der Steinkohlengrube Grand Hornu in Belgien.[35]) Eiserne Wagen sind in der Regel leichter, als hölzerne, obschon dies nicht immer der Fall ist, z. B. wiegen auf Grand Hornu eiserne Wagen von 4 bis $4^1/_4$ Hektoliter Inhalt 260 bis 280 Pfund, hölzerne von nur $^1/_{16}$ geringerem Raum 240 bis 252 Pfund; eiserne sind beim Vorhandensein saurer Wasser stark angreifbar, was indess selten in Betracht kommt und durch Anstreichen vermindert werden kann, dagegen ist wichtig, dass sie gegen Stösse empfindlicher, als hölzerne sind, und nur, wenn eine Zerstörung wegen derartiger äusserer Ursachen nicht eintritt, eine längere Dauer haben. Daher sind die eisernen Wagen weniger geeignet, wo viel Bremsbergförderung ohne besondere Gestelle, also bei flachem Fallen, stattfindet, oder wo die Wagen zu grösseren Zügen formirt werden, insofern man nicht Prellvorrichtungen anbringt, weil sonst die Wagen durch Aufeinanderlaufen leicht zerstört werden. Zum Theil lässt sich, wie schon erwähnt, die Empfindlichkeit durch einen hölzernen Boden beseitigen, wodurch auch dem Uebelstande abgeholfen wird, dass sich die Achsen nicht solide befestigen lassen, auch gegen die beim Einladen bewirkten Stösse sind hölzerne Boden gesicherter. Daher ist die Construction eiserner Wagen mit Holzboden wohl zu empfehlen, was auch durch die Versuche auf Grand Hornu, die im Allgemeinen gegen die eisernen Wagen ausfielen, anerkannt ist.

Seitdem man zur Anfertigung der Wagenkasten stärkere Eisenbleche verwendet, will man z. B. im westfälischen Kohlenrevier eine beträchtlich höhere Dauerhaftigkeit der Blechkasten gegenüber den Holzkasten constatirt haben.[36]) — Auf der Grube cons. Paulus in Oberschlesien hat man in neuerer Zeit eiserne Wagen mit befriedigenden Resultaten eingeführt. Dieselben sind in den Wänden $4^1/_2$ Millimeter stark, 1,517 Meter lang, 0,575 Meter hoch, haben unten einen halbkreisförmigen, oben einen lyraförmigen Querschnitt, die Vorder- und Hinterwand ist mittelst Winkeleisen an die Seitenwände befestigt. Ein solcher Wagen fasst 11 Centner Steinkohlen und wiegt 298 Kilogramme, während die hölzernen dort im Gebrauche stehenden Wagen 300 Kilogramme wiegen und nur 9 Centner Fassungsraum haben; auch lassen sich die eisernen Wagen dichter laden, als die eckigen hölzernen. Doch kosten die eisernen 42 Thaler, während die hölzernen für 32 Thaler herzustellen sind. — Auch auf dem Steinsalz-

[35]) Berg- u. hüttenm. Zeitg. von Bornemann u. Kerl. Freiberg 1860. S. 315.
[36]) Hauchecorne a. a. O. S. 73. — Glückauf. Essen 1871. No. 24.

werk zu Stassfurt ist man zur Einstellung von eisernen Wagen übergegangen, welche 45 Thaler kosten. — Auf dem Bleierzbergwerk Meinerzhagen bei Commern werden grössere Wagen aus Eisenblech mit rechteckigem Querschnitt benutzt.[37]) — Auf den Gruben bei Anzin in Nordfrankreich sind gleichfalls eiserne Wagen (berlines) von Parent mit rechteckigem Querschnitt und in Dimensionen von 1,10 Meter Länge, 778 Millimeter Breite und 57 Centimeter Tiefe und mit einem Fassungsvermögen von 5 Hektoliter im Gebrauch.[38]) Dieselben zeichnen sich dadurch vortheilhaft aus (Fig. 315), dass sie an den kurzen Seiten mit Holzpuffern versehen sind.

Fig. 315.



Auch im Mansfeldischen beabsichtigt man bei Neuanlagen, so wie es auf dem Ottoschacht bereits geschehen ist, eiserne Wagenkasten anzuwenden; dieselben ruhen auf hölzernen Leitbäumen, welche so weit auf beiden Seiten des Kastens hervorragen, dass sie zugleich als Puffer dienen. Die Räder liegen ganz allgemein unter dem Wagenkasten. Die Figuren 316, 317, 318, geben ein Bild dieser Construction.[39])

Eine wesentliche Verbesserung haben auch die hölzernen Wagen durch Anwendung von Gestellen aus eisernen Schienen erhalten, wie z. B. auf der Steinkohlengrube cons. Friedenshoffnung in Niederschlesien.[40]) — Auch in Westfalen hat man den hölzernen Wagen auf einen eisernen Rahmen gesetzt, dessen Langseiten aus U-Eisen, dessen Kopfenden aus Flacheisen bestehen.

Die Spurweite ist bedingt durch die Länge der Achse, welche einigermassen mit der Kastenbreite zusammenhängt und selbst häufig durch das Verhalten der Lagerstätten und die Dimensionen der Baue, insbesondere auch der Schächte bedingt ist. Bei den grössten Wagen auf Steinkohlengruben nimmt man die Spurweite nicht leicht unter (20 Zoll) 0,5 Meter, vielfach gebräuchlich ist (24 Zoll) 0,628 Meter, auf den Gruben

---

37) Hauchecorne a. a. O. S. 73.
38) Burat: les houillères en 1868. Paris 1869. p. 100.
39) Erdmenger a. a. O. S. 266.
40) Hauchecorne a. a. O. S. 73.

bei Saarbrücken hat man (26 bis 27 Zoll) 0,680 bis 0,706 Meter, unter Tage kommt wohl selten über (30 Zoll) 0,785 Meter vor, doch findet sich mitunter in England (4 Fuss) 1,046 Meter.[41]) Bei geringerem räumlichen

Fig. 316.

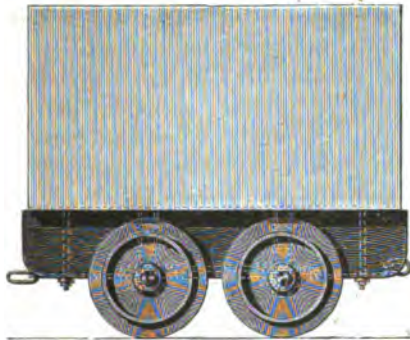


Fig. 317.

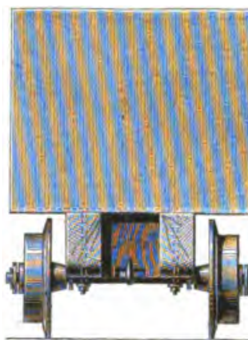


Fig. 318.



Inhalt, beziehungsweise geringerer Breite des Kastens, namentlich für Erze, sinkt die Spurweite bis (16 Zoll) 0,418 Meter und tiefer, eben so in engen Bauen und in solchen, welche oft gekrümmte Schienenwege bedingen. Im Mansfeldischen hat man den Wagen, bei denen die Räder unter dem Kasten, also sehr nahe zusammen liegen, eine Spurweite von 0,392 bis 0,497 Meter gegeben, wodurch der Wagen sehr viel bequemer zu handhaben ist, als bei breiter Spurweite, wogegen er aber leichter aus den Schienen springt und für Pferdeförderung nur schwer, für maschinelle Förderung gar nicht anwendbar bleibt.[42])

Die Verbindung der Achsen, beziehungsweise ihrer Lager erfolgt entweder durch directe Verschraubung am Boden des Wagens oder an 2 Gestellbäumen, welche unterhalb des Kastens liegen; solche Langbäume vermehren die Höhe, wenn man nicht etwa kleinere Räder anwendet, auch veranlassen sie eine Steigerung des Gewichts, dagegen gewähren sie grosse Stabilität und bilden, wenn man sie an den Enden über den Wagenkasten hervorragen lässt, Puffer zur Aufnahme der Stösse bei der Fortbewegung

---

[41]) Serlo, v. Rohr, Engelhardt a. a. O. Bd. 10. B. S. 57.
[42]) Erdmenger a. a. O. S. 268.

ganzer Wagenzüge, auch gestatten sie das Anbringen kleinerer Räder unter den Kasten. Sie sind besonders bei drehbaren Achsen üblich und sind daher in England auf Steinkohlenbergwerken unter Anwendung solcher Achsen sehr allgemein verbreitet. Man macht sie (5 zu 5) 13 zu 13 Centimeter oder (6 zu 5 Zoll) 16 zu 13 Centimeter stark und legt sie bald an den äusseren Rand des Kastens, bald mehr nach Innen.

Die festen Achsen, an denen sich also die Räder drehen, erhalten konische, verstählte oder stählerne Zapfen, welche, wenn das Rad unter dem Kasten liegt, auch wohl noch durch besondere Vertikalschienen gehalten werden, wodurch aber das Abnehmen der Räder erschwert wird; bei hinreichend starken Zapfen ist diese Vorsicht überflüssig.

Die Achsschenkel der drehbaren Achsen gehen in Lagern, welche entweder nach Art der bekannten Pfannen oder Büchsen bei Haspeln construirt sind oder, wie in England, in dem einen Theil aus Hartguss bestehen, während den Deckel ein schmiedeeisernes Band bildet, welches zugleich vermöge seiner Elasticität eine für Krümmungen der Förderbahn willkommene mässige Beweglichkeit gestattet, oder man hat vollständige Lager selbst mit Messingfutter; auch hat man Lager besonders zu dem Zweck construirt, die Schmiere zu halten. Die Achsen haben verschiedene Stärken, beispielsweise in England von ($1^1/_4$ bis $2^1/_4$ Zoll) 33 bis 59 Millimeter.

Bei den Rädern hat man deutsche und englische zu unterscheiden; jene laufen mit ihrer ganzen Bahn auf dem Fördergeleise, welches mit einer Spurlatte versehen ist, damit der Wagen die Spur innehält, die englischen Räder haben einen Spurkranz, mit welchem sie an der inneren Seite der Schiene entlang streichen. Ausserdem hat man, wie eine Rolle, ausgekehlte Räder, welche gewissermassen das Analogon zu den früheren Rinnenschienen bilden, theils in der jedenfalls nicht erforderlichen Absicht, das leichte Entgleisen zu verhindern, theils um sie sowohl auf Kantenschienen in Hauptstrecken als englische Räder, wie als deutsche Räder in Abbauörtern gebrauchen zu können.

Als Material zu den Rädern dient in der Regel Gusseisen; gussstählerne Räder hat man am Bleiberge bei Commern[43]) wegen der dortigen Sande versucht, nachdem Bandagen von Schmiedeeisen oder von Puddelstahl auf gegossenen Rädern die Haltbarkeit nicht vermehrt hatten, doch sind die Räder aus Gussstahl dreimal so theuer, wie jene, und daher ökonomisch nicht vortheilhaft. In allen Bergrevieren verbreitet sich die Anwendung von Rädern aus Hartguss, welche theils als Scheibenräder, theils mit eingegossenen schmiedeeisernen Speichen dargestellt werden. Besonders werden solche Räder in der Fabrik von Grüson in Buckau angefertigt,[44]) für Schlesien auch auf dem fiscalischen Hüttenwerke zu Malapane.

---

[43]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 9. A. S. 186. — Ebenda Bd. 10. A. Seite 206.

[44]) Hauchecorne a. a. O. S. 72.

Die Form der Räder ist bei geringem Durchmesser die von Scheiben mit Oeffnungen, bei grossem Durchmesser hat man statt der Scheibe Speichen. Die Nabe um die Achse drehharer Räder ist über den Dorn gegossen, um hart zu werden; Versuche, die Nabe mit Messingfutter, welche durch Stahlkeile festgehalten werden, zu versehen,[45]) haben sich nicht bewährt. Diese Räder werden auf der Achse durch vorgezogene Splinte, selten durch Schraubenmuttern festgehalten, wobei dann wohl zum Eingiessen des Schmiermaterials ein Kanal in der Nabe vorhanden ist, der sich aber leicht verstopft. Feste Räder, bei denen sich also die Achse dreht, erhalten eine quadratische Nabe und werden auf der entsprechend bearbeiteten Achse mit Holz- und Eisenkeilen befestigt, wobei die Nabe zum Schutze gegen das Zerspringen aussen mit einem schmiedeeisernen Band versehen wird; wenn die Nabe und das entsprechende Achsenende rund sind, so erfolgt die Befestigung entweder mit einem die Achse und die Nabe gleichzeitig fassenden Keil oder durch einen vertikalen Splint, welcher zugleich in eine Vertiefung der Nabe eingreift, was sehr zweckmässig scheint.

Für die Bewegung ist ein grosser Durchmesser der Räder zweckmässig, aber in der Anwendung begränzt durch die Rücksicht auf Stabilität und die Localverhältnisse des Bergbaues. Als grössten Durchmesser der Laufkränze findet man wohl (17 Zoll) 44 Centimeter, bei englischen Rädern kommt hierzu noch der um (7 Linien bis 1 Zoll) 15 bis 26 Millimeter vorstehende Spurkranz, so dass ein solches Rad bis (19 Zoll) 50 Centimeter Durchmesser hat; der Laufkranzdurchmesser geht hinunter bis auf (14, 12, 10, selbst bis 8 Zoll) 37, 31, 26, 21 Centimeter, was aber sehr gering erscheint, (10 Zoll) 26 Centimeter möchte, wenn nicht ganz besondere Verhältnisse vorliegen, als Minimum anzusehen sein.

Die Breite des Laufkranzes am englischen Rade beträgt etwa ($1^3/_4$ Zoll) 46 Millimeter, am deutschen ($1^3/_4$) 46 bis hinunter zu (1 Zoll) 26 Millimeter, in England hat man die deutschen Räder sogar nur ($^3/_8$ Zoll) 10 Millimeter breit,[46]) wobei aber die Schienen stark angegriffen werden. Die Dicke des Spurkranzes beträgt (7 Linien) 15 Millimeter. Begreiflicher Weise modificiren sich die Dimensionen der Lauf- und Spurkränze je nach dem Durchmesser der Räder.

Die Lage der Räder ist entweder unter dem Kasten und hier sowohl zwischen den Langbäumen wie ausserhalb derselben oder seitlich des Kastens, was bei grossem Durchmesser, mindestens für englische Räder, stets nothwendig ist.

Die Lage der Achsen richtet sich nach der Länge des Kastens; je weiter sie aus einander liegen, desto stabiler ist die ganze Construction, je näher an einander sie gebracht werden, desto leichter ist der Wagen von dem Fördermann zu handhaben.

---

[45]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 8. A. S. 187.

[46]) Ebenda. Bd. 10. B. S. 60.

Das Schmieren der Räder, beziehungsweise der Achsen ist bei Rädern, welche sich um die Achse drehen, schon durch Kippen des Wagens zu ermöglichen, man hat aber hierzu in Westfalen, und von hier aus in andere Bergreviere übertragen, bewegliche Schmierbühnen, auf welche der Wagen gefahren und seitlich umgekippt wird, wodurch die Arbeit erleichtert und der Wagen wesentlich geschont wird. Bei festen Rädern und drehbaren Achsen kann man das Schmieren nur nach dem Umwerfen des Wagens bewirken, wenn man nicht dieselben auf Wipper entleert und das Schmieren der Entleerung unmittelbar folgen lässt, wenn sich der Wagen noch umgestürzt auf dem Wipper befindet.

In den Patenträdern hat man eine besondere Construction beweglicher Räder mit geschlossener Nabe, zu deren Schmierkammer ein Kanal, welcher durch einen Holzpflock geschlossen wird, nach Aussen führt. Die Achse ist quadratisch und nur am Zapfenende cylinderisch, ($^3/_8$ Zoll) 10 Millimeter von dem quadratischen Theile sitzt auf dem cylinderischen ein ($^1/_2$ Zoll) 13 Millimeter breiter und ($^1/_2$ Zoll) 13 Millimeter hervortretender cylinderischer Ring, welcher in eine gleich grosse Vertiefung der Nabe passt; in die Vertiefung zwischen dem quadratischen Theil und dem Ring werden zwei fast halbkreisförmige Scheiben eingelegt und mittelst vier Schraubenbolzen, welche durch die Nabe gehen, befestigt, wodurch das Ablaufen der Nabe und Achse verhindert werden soll.[47]) Die Construction ist theuer und schwer.

Auch die Patenträder haben noch den Nachtheil, dass die Schmiere an der dem Wagenkasten zugekehrten, offenen Seite der Nabe ausfliessen kann; um dies zu vermeiden, hat man zu St. Eloy[48]) Räder angewendet, welche auch auf dieser Seite durch einen Zinnausguss abgedichtet werden, das Oel befindet sich in 4 innerhalb der Nabenwand angebrachten Reservoiren, in welche es durch ein von Innen mittelst Spiralfeder angedrücktes Ventil eingespritzt wird, das Oel fliesst dann von einem Reservoir dem andern zu. Zwei Monate nach der ersten Schmierung fand man Achse und Nabe noch unversehrt, doch schmiert man in der Regel alle Monat einmal.

In Bezug auf die Beweglichkeit der Achsen hat man verschiedene Abänderungen versucht. Man hat vier drehbare Achsen, für jedes Rad eine besondere, angebracht, um jedes Rad von dem andern unabhängig zu machen, was an sich vortheilhaft, aber kostspielig ist und das Gewicht des Wagens erhöht. Man hat die Achsen drehbar und zugleich die Räder auf ihnen beweglich gemacht, wie auf Luise Tiefbau bei Dortmund,[49]) wodurch allerdings eine leichtere Handhabung bei Beseitigung von Krümmungen und Hindernissen in der Bahn erzielt wird.

---

[47]) Wochenschrift des schles. Vereins. 1861. S. 200. — Ottiliä a. a. O. Bd. 8. B. S. 317.

[48]) Berg- u. hüttenm. Zeitg. von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1867. S. 285.

[49]) Zeitschrift Bd. 8. A. S. 187.

Ferner hat man an drehbaren Achsen zwei über Kreuz stehende Räder fest und zwei beweglich angebracht, wie auf dem Schacht Bolze bei Eisleben, indem man bei zwei Rädern den Splint in die Nabe eingreifen, bei den beiden anderen glatt davor sitzen lässt; diese Anordnung erscheint vortheilhaft und nicht complicirt.

Vielfach hat man auf die Vervollkommnung der Achsen und Räder und deren Schmiervorrichtungen das Augenmerk gerichtet. Die gewöhnliche Einrichtung ist die, dass die Achsen fest liegen und die Räder darauf beweglich sind; dieselbe erfordert sehr viel Schmiermaterial, welches bei jeder Tour erneuert werden muss und bei längeren Wegen nicht einmal ausreicht, dabei findet ein sehr starker Verschleiss von Achsen und Rädern statt, es ist ein grosser Kraftaufwand erforderlich und deshalb erhöhen sich die Transportkosten, auch findet sehr leicht ein Schlottern der Räder statt, so dass die Wagen häufig aus den Schienen springen, was namentlich bei Pferdeförderung und noch mehr bei maschinellen Förderungen sehr lästig und bei letzteren gefährlich ist. Um die Schmiere länger zu halten und den Eintritt von Unreinlichkeiten in den Raum zwischen Achse und Nabe zu verhindern, hat man die Räder und die Achse mittelst einer Stopfbüchse geschlossen, was nur so lange von gutem Einfluss ist, als die Räder neu sind, nach einiger Abnutzung treten auch hier die alten Uebelstände ein. Man hat deshalb die Achsen beweglich gemacht, die Räder darauf befestigt und mit einer selbstthätigen Schmiervorrichtung versehen. Eine solche Construction ist von Köpe in Westfalen eingeführt worden.[50]) Der Wagen erhält das oben erwähnte eiserne Gestell aus U-Eisen mit einem $32\frac{2}{3}$ Millimeter dicken Boden von Eichenholz. Die Achsen sind aus Gussstahl, die Lager, in welchen sich dieselben bewegen, aus Gusseisen, beide werden gut abgedreht, so dass eine leichte und glatte Drehung stattfinden kann; auf der Achse sind zwei Bunde angebracht, welche sich in vorspringenden an den Lagern angegossenen Kammern drehen und den Zweck haben, das Verschieben der Achse und das Eindringen von Schmutz zwischen Achse und Lager zu verhindern. Das Schmieren der Achse erfolgt durch festes Fett, welches von Oben her in eine Schmierkammer durch ein im Wagenboden vorhandenes Loch eingebracht wird; das Loch wird durch eine Lederscheibe und einen Schraubenbolzen geschlossen. Um die Curven in den Schienenbahnen leichter überwinden zu können, sind zwei der vier Räder, und zwar zwei über Kreuz stehende, auf der Achse beweglich, so dass in den Curven eine doppelte Drehung stattfindet. Diese Construction wirkt sehr bedeutend auf Schmierersparniss und Vermeiden von Zeitverlust beim Schmieren, die Wagen haben einen viel leichteren Gang, als die sonst gebräuchlichen und bewirken einen grösseren Effect in der Förderleistung, es findet eine viel geringere Ab-

---

[50]) „Glückauf." 1869. No. 14. Ebenda 1870. No. 19. 29. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1869. S. 146. 1870. S. 170. — Polyt. Centralblatt. Leipzig 1869. S. 641.

nutzung der Achsen und Räder statt, weil sie stets in Schmiere gehalten sind, so dass sie auch viel seltener aus den Schienen springen, weil eben durch die geringere Abnutzung die Spurweite unverändert bleibt. Auf der Grube Graf Beust bei Essen hat man 50 derartige Wagen mit 10 Centner Ladungsfähigkeit in den Gebrauch gestellt, von denen jeder den Förderweg von 1046 Meter Länge 5,4 Mal in der Schicht zurücklegt und dabei nur alle drei Monate einmal frisches Fett zum Schmieren verlangt.

Auch in anderen Revieren hat man bewegliche Achsen mit festsitzenden Rädern eingeführt. So z. B. bei dem oben erwähnten eisernen Wagen zu Stassfurt, wo das Pfannenlager unten aus Gusseisen und oben aus einem schmiedeeisernen Bügel besteht, mit welcher Einrichtung man durchaus befriedigt ist.[51]) Auch an dem erwähnten Wagen auf Meinerzhagener Bleiberg hat man derartige bewegliche Achsen, doch ist hier das Pfannenlager mit einer Composition von 5 Theilen Weichblei und 1 Theil Antimon ausgefüttert. In der Schmierkammer befindet sich ein durch eine Spiralfeder gegen die rotirende Achse angedrücktes Schmierpolster, zu welchem durch Saugdochte das Oel zugeführt wird; auf jeder Seite der Schmierkammer liegt eine Filzlappenverdichtung, welche das Ausfliessen des Oels verhindert und den Staub abhält. Zwischen dem Kasten und den Achsen sind zur Vermeidung von Achsenverbiegungen beim Aufsetzen des Wagens und bei Stössen zweckmässig Gummischeiben angebracht.[52]) Aehnliche Schmiervorrichtungen stehen auf einigen westfälischen Gruben in Anwendung, z. B. auf Friedrich Wilhelm bei Dortmund und Graf Beust bei Essen. Auf der letzteren liegt in einer Vertiefung des unteren Pfannenlagers ein Schwamm, welcher mit Oel getränkt ist, leise gegen die Achse drückt und ihr so die nöthige Schmiere giebt; das Oel wird durch ein sonst verschraubtes Loch in den Schwamm eingegossen. Das obere Pfannenlager ist mit Messing ausgefüttert. Die Schmiere bedarf nur alle 8 bis 14 Tage einer Erneuerung. Die Wagen sollen einen sehr günstigen Arbeitseffect geben.[53])

Andrerseits hält man auch die festen Achsen mit beweglichen Rädern fest, welchen ein sogenannter Patentverschluss gegeben wird. Auf der Steinkohlengrube ver. Glückhilf bei Waldenburg hat man denselben eine vollkommen dichte Schmierkammer gegeben, in welche das Oel durch eine in der Nabe befindliche, mittelst Schraubenstöpsel verschliessbare Oeffnung eingebracht wird; dasselbe hält sich darin 14 Tage, ohne einer Erneuerung zu bedürfen. Die Nabe ist zur Verminderung der Zapfenreibung mit einer aus Zinn und Antimon bestehenden Legirung ausgefüttert.[54])

Achsen aus gezogenen hohlen Röhren sind von Evrard ange-

---

[51]) Hauchecorne: a. a. O. S. 74.
[52]) Ebenda.
[53]) Ebenda. S. 73.
[54]) Ebenda.

wendet[55]) mit mittlerer Schmierkammer, jedes Rad sitzt an besonderem abgedrehten cylinderischen Zapfen. Die Einrichtung ist complicirt und theuer.

Gekröpfte Achsen sind von Cabanis auf den Gruben bei Anzin in der Absicht angewendet, die Wagenhöhe möglichst zu verringern und doch genügend hohe Raddurchmesser zu behalten. Statt dessen lässt Biver passender die Achsen durch die Seitenwände des Kastens gehen, wodurch derselbe Zweck erreicht wird.

Zu Kladno in Böhmen[56]) hat jedes Rad eine kurze Achse, die durch die Seitenwand des Kastens reicht, wobei der Boden nur (2 bis 3 Zoll) 52 bis 78 Millimeter über dem Tragewerke steht; diese Einrichtung ist jedenfalls sehr wandelbar.

In Betreff der verschiedenen Wagenconstructionen ist Folgendes zu bemerken:

1. Deutsche Wagen haben geringeren mechanischen Effect und weniger stabilen Gang, als englische Wagen, dagegen ist deutsches Gestänge leichter zu legen, als englisches, auch sind die Ausbiegungen bequemer herzustellen. Für grosse Förderquantitäten, sowie bei der Fortbewegung durch Pferde und Maschinen wendet man nur englische Wagen an.

2. Drehbare Räder gestatten leichter das Umfahren starker Krümmungen, die Zapfen derselben nutzen sich aber leichter ab, als die überdies nachziehbaren Lager bei beweglichen Achsen, wodurch auf die Dauer ein weniger stabiler Gang entsteht. Demnach benutzt man feste Räder an drehbaren Achsen in geraden Strecken, sowie bei grösseren Geschwindigkeiten und bei der Anwendung von Pferden und Maschinen, allenfalls mit über Kreuz stehenden beweglichen Rädern, wenn starke Krümmungen nicht zu umgehen sind.

3. Grosse Spurweite erhöht die Stabilität, erschwert aber das Umfahren von Krümmungen.

4. Hohe Räder begünstigen den Effect, vermindern aber die Stabilität; die Höhe ist an die entsprechende Spurweite gebunden.

5. Je näher die Achsen an einander stehen, desto leichter ist das Passiren der Krümmungen, desto eher aber auch ein Entgeleisen in Folge von Kippen nach Vorn oder Hinten möglich, was bei der Handhabung durch Menschen auch seine Vortheile hat; bei Pferden und Maschinen müssen die Achsen angemessen von einander entfernt stehen.

6. Lange und dabei schmale Wagen sind in Hinsicht auf ruhigen Gang um so vortheilhafter, je kleiner die Spurweite, je höher die Räder, je näher die Achsen an einander.

---

55) Evrard in berg- u. hüttenm. Zeitg. von Bornemann u. Kerl. Freiberg 1863. S. 179.

56) Wochenschrift des schles. Vereins. 1861. S. 30.

### Beispiele von Wagendimensionen.

1. Auf den Steinkohlengruben bei Saarbrücken haben die Wagen durchgängig eine Ladungsfähigkeit von (10 Centnern) 500 Kilogramm; der Kasten besteht aus (1 Zoll) 26 Millimeter starken Brettern, ist im Lichten (50 Zoll) 1,308 Meter lang, (20 Zoll) 0,523 Meter breit, (18 Zoll) 0,471 Meter hoch, dazu hat man für die Seitenwände und die Rückwand Aufsatzbretter, welche durch Charniere mit dem Kasten verbunden sind und eine Höhe von (12 Zoll) 0,314 Meter haben, wenn sie senkrecht angebracht sind; haben sie eine Neigung nach Aussen, so sind sie nur (10 Zoll) 0,262 Meter hoch. Die Achsen sind fest und stehen (17 Zoll) 0,445 Meter von einander, sie sind vor dem Zapfen ($1^1/_2$ Zoll) 39 Millimeter im Quadrat stark, in der Mitte ($1^1/_2$ Zoll) 39 Millimeter breit, ($^3/_4$ Zoll) 20 Millimeter dick, ihre Befestigung erfolgt durch 2 Achsenbleche und Schraubenbolzen. In früherer Zeit hatte man keine Langbäume, neuerdings hat man zu beiden Seiten unter dem Kasten ($4^1/_2$ Zoll) $11^3/_4$ Centimeter breite, (1 Zoll) 26 Millimeter starke Bretter angebracht, welche zweimal durch Querbretter verbunden sind; jetzt, wo die maschinelle Förderung und auf der Grube Gerhard über Tage die Locomotivförderung immer mehr in Gebrauch kommt, bringt man auch Langbäume an, welche zugleich die Puffer bilden. Die Nabe der Räder ist ($4^3/_4$ Zoll) 12 Centimeter lang mit äusserem lichten Durchmesser von (1 Zoll 3 Linien) 33 Millimeter, mit innerem von (1 Zoll 5 Linien) 37 Millimeter. Der Durchmesser der Räder einschliesslich des Spurkranzes ist (15 bis 16 Zoll) 39 bis 42 Centimeter, auch wohl (14 Zoll) 37 Centimeter, der Laufkranz ($1^3/_4$ Zoll) 46 Millimeter breit, der Spurkranz (7 Linien) 15 Millimeter breit und dick. Ein deutsches Rad wiegt 30 Pfund, ein englisches 38 Pfund, der ganze Wagen 500 bis 550 Pfund. Eine kurze Wand ist Behufs des Ausstürzens beweglich und wird durch einen Riegel festgehalten; in neuerer Zeit bei ausgedehnterer Anwendung der Wipper verschwindet diese der Stabilität schädliche Einrichtung immer mehr und mehr. Die Spurweite beträgt ($25^3/_4$ bis 27 Zoll) 0,647 bis 0,706 Meter.

2. Auf den westfälischen Gruben hat man grösstentheils bewegliche Räder. Die englischen Wagen enthalten (10 Scheffel) $5^1/_2$ Hektoliter Kohlen, sie sind (66 Zoll) 1,726 Meter lang, (20 Zoll) 0,523 Meter tief, oben (25) 0,654, unten (22 Zoll) 0,575 Meter breit, die Achsenlänge beträgt (30 Zoll) 0,785 Meter, die Spurweite (24 Zoll) 0,628 Meter; sie sind vielfach von Eisen, aber auch von Holz hergestellt. Die deutschen Wagen haben Räder von (10 Zoll) 26 Centimeter Durchmesser, welche durch den Kastenboden reichen und mit Hauben bedeckt sind; sie haben eine Länge von (58 Zoll) 1,517 Meter, eine Breite von (21 Zoll) 0,549 Meter, eine Höhe von (20 Zoll) 0,523 Meter; ein solcher Wagen von Holz wiegt 525 Pfund.

3. Auf der Grube Gouley bei Aachen laden die Wagen (14 Scheffel)

$7^2/_3$ Hektoliter Steinkohle, sie sind (4 Fuss 7 Zoll) 1,439 Meter lang, (27 Zoll) 0,706 Meter hoch, (27 Zoll) 0,706 Meter breit und sind aus ($^1/_8$ Zoll) 3 Millimeter starkem Blech gebaut, zu dessen Verstärkung am innern Rande (2 Zoll) 52 Millimeter breites, ($^1/_2$ Zoll) 13 Millimeter starkes Flacheisen, an den inneren Kanten (4 Zoll) 105 Millimeter breites, ($^1/_2$ Zoll) 13 Millimeter starkes Winkeleisen angebracht ist.

4. Auf englischen Gruben z. B. Ryhope hat man Wagen zu 12 Centner Ladungsfähigkeit; dieselben sind mit Langbäumen und beweglichen Achsen versehen, ($39^3/_4$ Zoll) 1,040 Meter lang, (33 Zoll) 0,863 Meter breit, (30 Zoll) 0,785 Meter tief, aus ($^7/_8$zölligen) 23 Millimeter starken Tannenbrettern hergestellt und haben die Räder unter dem Kasten; auf der Grube Bedlington sind die Wagen mit 10 Centner Ladungsfähigkeit (42 Zoll) 1,098 Meter lang, oben (35 Zoll) 0,915 Meter, unten (26 Zoll) 0,680 Meter breit, (26 Zoll) 0,680 Meter tief, mit beweglichen Achsen. Auf der Grube Pendlebury bei Manchester hat man Wagen von 7 Centner Fassungsraum, welche breiter, als lang sind, dieselben haben 4 Langbäume, die Räder liegen zwischen je einem äusseren und inneren Langbaum.[57])

5. In Belgien auf Grand Hornu[58]) hat man Wagen von $7^1/_2$ Centner Fassungsraum, da einen grösseren die Schachtdimensionen nicht gestatten, sie sind von 2 Millimeter starkem Eisenblech construirt, im Boden 2,5 Millimeter dick, ihre Länge beträgt 1,120 Meter, die obere Breite 0,610 Meter, die untere 0,450 Meter, die Höhe 0,570 Meter.

6. Auf dem Schacht Bolze bei Eisleben sind die Wagen aus ($^1/_4$zölligem) 7 Millimeter starkem Eisenblech (30 Zoll) 0,785 Meter tief, (27 Zoll) 0,706 Meter breit und lang, sie ruhen auf 2 Balken von (5 Zoll) 13 Centimeter Stärke im Quadrat, die englischen Räder von (10 Zoll) 26 Centimeter Durchmesser und mit (1zölligen) 26 Millimeter hohen Spurkränzen sitzen unter dem Kasten und haben (16 Zoll) 0,418 Meter Spurweite, die Entfernung der Achsenmittel beträgt ($13^1/_2$ Zoll) 0,327 Meter, die Achsen sind drehbar, tragen ausserdem auch 2 über Kreuz stehende bewegliche Räder. Das Gewicht des (8 Kubikfuss) $2^1/_2$ Hektoliter fassenden, leeren Wagens beträgt etwa 400 Pfund. — Der oben erwähnte eiserne Wagen auf dem Schacht Otto bei Eisleben, welcher keine Thür enthält, hat bei einem Fassungsvermögen von 4 Hektoliter (10 Centner) eine Länge von 1,046 Meter, eine Breite von 0,732 Meter und eine Höhe von 0,575 Meter; die Spurweite beträgt 0,497 Meter, das Gewicht 300 Kilogramm.[59])

7. Auf den Steinkohlengruben bei Blanzy wiegen die eisernen Wagenkasten bei 12 Centner Ladungsfähigkeit 230 Kilogramm; die Spurweite beträgt 80 Centimeter, die Räder bewegen sich um die Achse, welche selbst sich in Pfannenlagern dreht.[60])

---

[57]) Serlo, v. Rohr, Engelhardt a. a. O. Bd. 10. B. S. 59.
[58]) Leuschner ebenda Bd. 7. B. S. 179.
[59]) Erdmenger a. a. O. S. 267.
[60]) Burat a. a. O. p. 103.

Das Hemmen oder Bremsen der Wagen geschieht auf Diagonalen durch Einführen eines Holzstücks in die Speichen, beziehungsweise in die Oeffnungen der Räder; oft ist zu diesem Zweck speciell bei kleinen Rädern nur eine Oeffnung vorhanden. In anderen Fällen, wie bei Saarbrücken, hängt man einen Haken in die Räder, welcher mit Ketten am Kasten befestigt ist. Bei leichten Neigungen und bei Pferdeförderung bringt man einen Bremsbacken zwischen den Rädern an, wenn diese nahe genug an einander stehen, oder auch an einem Räderpaar eine Schraubenbremse.

Zum Verkuppeln der Wagen mit einander sind an beiden kurzen Seiten Ringe vorhanden, in welche dann gekuppelte Haken eingehakt werden; die Ringe sind meistens in der Mitte, selten an beiden Ecken des Kastens. Bei Maschinenförderung in England[61]) und von dort auf die hiesigen Gruben übertragen, geht unterhalb des Wagens ein (2 Zoll) 52 Millimeter breiter, ($^3/_4$ bis 1 Zoll) 20 bis 26 Millimeter starker eiserner Steg, der mit dem Steg des folgenden Wagens durch einen senkrechten, mittelst Kette am Wagenkasten befestigten Bolzen verbunden wird; in anderen Fällen werden die Stege durch 3 gekuppelte Kettenglieder mittelst 2 Bolzen mit einander verbunden.

Als Puffer, welche bei Pferde- und Maschinenförderung besonders nöthig sind, dienen die über den Kasten verlängerten Langbäume, welche mit Eisenblech beschlagen und mit Ringen umlegt sind; man lässt auch wohl das Bodenbrett hervorstehen und legt auf dasselbe ein Paar Eisenbänder, welche dann die Stelle der Puffer versehen.

### Besondere Wagenconstructionen.

1. Gestellwagen kommen am häufigsten da vor, wo die gewählten Schachtförderungsmethoden kleine Gefässe erheischen, also in Verbindung mit Haspel u. dgl. m. Der Inhalt dieser Gefässe beträgt auf Steinkohlengruben selten mehr, als (2 bis 3 Scheffel) 1 bis $1^2/_3$ Hektoliter, wofür rund 2 bis 3 Centner anzunehmen sind; die Gestalt der Gefässe ist konisch oder parallelepipedisch, sie sind aus Dauben oder auch Eisenblech gefertigt. In England hatte man früher zu diesem Zweck Körbe, welche durch Krahnvorrichtungen auf grösseren Gestellen für die Hauptstrecken vereinigt und auf diesen durch Pferde fortgezogen wurden. Die Gestellwagen bestehen aus Langbäumen, welche durch Querbäume mit einander verbunden und zuweilen mit einem Holzbelag bedeckt sind; die Achsen kann man hier nicht nahe an einander legen. Mehr als 2 Gefässe, welche mit Haken und Ketten auf dem Gestell festgehalten werden, kann man selten für einen Schlepper auf einem Gestell aufbringen. Der Effect fällt geringer aus, als bei Wagenförderung.

2. Bühnenwagen sind bestimmt, kleinere Wagen aufzunehmen. Sie bestehen aus Plattformen, auf welche man Schienenstränge quer auflegt,

[61]) Serlo, v. Rohr, Engelhardt a. a. O. Bd. 10. B. S. 59.

wenn die Abbaustrecken rechtwinkelig in die Hauptstrecke, wo der Bühnenwagen läuft, einmünden, wobei es selbstverständlich ist, dass die Sohle der Hauptförderstrecke um so viel tiefer liegt, dass die Schienen des Bühnenwagens mit denen der Abbaustrecken in eine Ebene fallen. In England[62]) hat man z. B. auf Grube Victoria diese Fördermethode unter Benutzung von Pferden, so dass mehrere Bühnen an einander gekuppelt werden. Ferner hat man früher in Westfalen solche Bühnenwagen angewendet, wenn in der Grube deutsches, über Tage aber englisches Gestänge vorhanden war, um dann über Tage keine Umladung nothwendig zu haben, was indess nur auf alten Gruben vorkommt, wo man das ganze System nicht ändern kann und doch Pferde anwenden will.

3. Etwas Aehnliches wie die Bühnenwagen hat man bei Dudley in Staffordshire, wo man auf einer 4 Quadratfuss grossen, auf niedrigen Rädern laufenden Schale eine Pyramide von Steinkohlenstücken aufpackt, welche man durch nach Oben immer enger werdende schmiedeeiserne Ringe festhält; das Ganze geht direct in die Schächte über, indem die Schurzketten sich an die Kohlenpyramide anlehnen und an die Ecken der Schale angehakt werden. Das Gewicht der Ladung soll $1^1/_4$ bis $2^1/_2$ tons (25 bis 50 Centner) betragen.[63])

4. **Kippwagen** sind für Grubenförderung selten im Gebrauch und auch entbehrlich, allenfalls finden sie sich noch in Erzgruben, wo sie dann in besondere Schachttonnen ausgestürzt werden. Wenn sie zur Entleerung nach der kurzen Seite ausgestürzt werden, kann man sie Stürzwagen nennen, bei Drehung nach der langen Seite hat man eigentliche Kippwagen. Im ersteren Falle hat man ein Gestell aus Langbäumen, welche sich nach vorn verlängern und an denen die Zugkraft wirkt, die Achsen oder nur Zapfen liegen etwas vor dem Schwerpunkt, wenn der Kasten bei der Entleerung zwischen den Langbäumen niedergehen kann, anderenfalls sind sie mehr nach vorn angebracht; im anderen Falle liegen die Achsen in der Richtung der Länge des Wagens und wird alsdann der Wagen, welcher in der Mitte der kurzen Seite seine Drehpunkte hat, nach der einen Langseite hin umgekippt.[64]) Bei Abraumarbeiten leisten Kippwagen gute Dienste, obwohl sie für eigentliche Förderung an Effect den Wagen nachstehen; sie sind weniger solide und haben eine bedeutende Höhe zum Aufladen. Sehr bequem ist ein in Oberschlesien angewendeter muldenförmiger Kippwagen, welcher beim Ausstürzen gleichsam gewälzt wird.[65])

5. Für den **Bergetransport** auf der Grube Heinitz bei Saarbrücken hat **Pinno** einen besonderen Wagen construirt, welcher zum Wegschaffen

---

[62]) Herold in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 3. B. S. 42.

[63]) Herold ebenda S. 41. — Wochenschr. des schles. Vereins. 1861. Beilagen S. 52.

[64]) Ottiliä a. a. O. Bd. 8. B. S. 317.

[65]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 11. A. S. 261.

der Berge in grössere Entfernungen vom Schachte benutzt wird.[66]) Derselbe hat die Spurweite der grossen Eisenbahnen und ist so eingerichtet, dass die Berge sowohl nach beiden Seiten, als nach Vorn ausgestürzt werden können: Damit die Berge nach verschiedenen Richtungen der Halde verstürzt werden können, legte man eine Drehscheibe in die Hauptbahn, von welcher aus Schienenstränge nach allen Richtungen abgehen. Die aus dem Schachte kommenden, mit Bergen beladenen gewöhnlichen Förderwagen werden mittelst Kreiswipper in einen Trichter ausgestürzt, aus welchem sie in den Transportwagen fallen. Derselbe steht auf einem 4 Meter langen Gestell, welches aus 2 Langbalken aus 209 Millimeter starkem Eichenholz besteht und auf 4 Speichenrädern aus Hartguss mit guten Achsenlagern ruht. Beide Langbalken sind durch Querhölzer verbunden. Auf diesem Gestell liegen 7 Querbalken von 2,668 Meter Länge, auf welchen ein Aufsatzrücken, welcher unter einem Winkel von 57 Grad gegen die Horizontale geneigt ist, aufgesattelt ist; derselbe ist mit einem Bodenbelag aus Eichenbrettern versehen und mit Eisenblech beschlagen. An diesem Aufsatzrücken sind die beiden Kopfseiten aus Tannenholz, 2,511 Meter breit, 1,256 Meter hoch, jede mit 5 Verstärkungsrippen aus Eichenholz befestigt, während sich auf jeder Langseite eine Klappe aus Tannenholz von 3,767 Meter Länge und 1,256 Meter Höhe, inwendig mit Eisenblech beschlagen, befindet; dieselben hängen mit 4 Anschlagebändern in den Bord des Wagens bildenden Achsen, um welche sie beweglich sind, und werden unten durch je drei Riegel geschlossen, sie können durch Hebel, deren einer an jedem Ende der Klappe sitzt, bewegt werden. Soll der Wagen entleert werden, so öffnet man die Riegel, worauf die Last der Berge die Klappen öffnet und die Berge von selbst von den schiefen Ebenen des Aufsatzrückens herabschurren; wenn die Last geringer wird, hebt man die Klappen und stützt sie auf eine verzahnte Stütze, deren sich je eine auf jeder Seite der Klappe befindet, so dass alsdann die Berge vollständig von selbst herabrutschen können. Ein solcher Wagen fasst 200 Centner Berge. Seine Kosten betragen 568 Thaler.

6. Ein Kippwagen hat denselben Zweck auf der genannten Grube, er dient dazu, die Berge nach vorn auszustürzen. Auf dem Wagengestell, welches gleichfalls aus 4 Speichenrädern aus Hartguss mit Achsenlagern und 2 vorn schräg abgeschnittenen Langbalken besteht, ruht der Wagenkasten, welcher um eine Achse drehbar ist und am vordern Ende eine Klappe hat, welche während des Transports mittelst eines Riegels geschlossen ist. Zum Festhalten, Aufrichten und Niedersenken des Kastens dient am hinteren Ende ein verzahnter Kreisbogen, welcher mittelst Kurbel und Getriebe auf- und abbewegt wird; damit der Kasten nicht plötzlich vorn überkippt, wird er am hinteren Ende durch eine Kette gehalten, welche sich auf einer auf der Getriebeachse befindlichen Rolle auf- und abwickelt. Ein solcher Wagen fasst 100 Centner Berge und kostet 385 Thlr.

[66]) Pinno in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 18. B. S. 43.

### c. Hängende Schienenwege von Palmers.

Der hängende Schienenweg von Palmers ist nur sehr wenig im Gebrauch und dann nur in solchen Fällen, wo eine unebene oder gebräche Fördersohle die Förderung auf dieser unmöglich macht. Ueber Tage findet er sich angewendet bei Festungsbauten, z. B. in Posen. Ueber Säulen oder Pfosten wird eine einzelne Schiene fortgeführt, auf welcher ein ausgekehltes Rad läuft; die Achse desselben ist zu beiden Seiten verlängert und an diesen Verlängerungen hängen Schienen, an welchen die Last beiderseits angehängt wird; zwischen den auf einander folgenden Säulen sind wohl noch Frictionsrollen angebracht, an denen die Lastschienen gleiten.

Unter Tage hat man diese Vorrichtung im Rive-de-Gier angewendet, wo die Gebrächheit der Sohle die Förderung nicht gestattete; hier hängt die Last einseitig, weshalb die zur Aufnahme der Last bestimmte Trageschiene gekröpft ist, damit die Last direct unter die Rolle aufgehängt werden kann, wie in Fig. 319.

Fig. 319.



Noch im Jahre 1863 hatte man eine solche Förderung auf den Steinkohlen- und Anthracitgruben im Departement Mayenne et de la Sarthe in flachen Schächten mit unregelmässiger Sohle, wo die Schiene an den Kappen befestigt wurde.[67])

Auf der Drasche'schen Braunkohlengrube bei Leoben und anderen Gruben daselbst hat man in Bremsbergen eine derartige Förderung, indem auf ⊥förmigem Eisen, welches an den Kappen befestigt ist, zwei Schienen liegen, von denen die eine für die Rolle des Gefässes, die andere für die des Gegengewichtes dient, die Last geht unter das Gegengewicht fort; selbstredend ist oben am Bremsberge eine Bremsscheibe angebracht, um welche das die Last und das Gegengewicht verbindende Seil läuft.[68])

### d. Drahtseilbahnen.

Hängende Schienenwege haben in neuerer Zeit in der Weise weitere Ausbildung erfahren, indem man statt der Schienen Drahtseile, seltener Drahtstäbe, zur Anwendung bringt. Besonders ist in den letzten Jahren (1868) von dem Engländer Hodgson die Idee weiter verfolgt und zur nutzbaren Ausführung gebracht worden. Die Priorität derselben schreibt sich der Bergassessor von Dücker, früher in Neurode, jetzt in Cassel, zu, welcher eine derartige Seileisenbahn[69]) bereits im Jahre 1861 ver-

---

67) Berg- u. hüttenm. Ztg. von Bornemann u. Kerl. Freiberg 1863. S. 112.

68) Ebenda S. 184.

69) „Der Berggeist." Köln 1869. S. 239. 269. 293. — Polytechn. Centralblatt. Leipzig 1869. S. 997. 1064. — Berg- u. hüttenm. Zeitg. von Kerl und

suchsweise construirt haben will, übrigens aber im Jahre 1870 auf der Industrie- und Gewerbeausstellung zu Breslau die Ausführbarkeit durch Aufstellung einer betriebsfähigen Anlage erwiesen hat. Der Zweck der Seileisenbahnen ist der, den grossen Verkehrsadern aus entlegeneren Productionspunkten, welche durch coupirtes Terrain, durch Flüsse oder tiefe Schluchten und durch andere örtliche Hindernisse abgeschnitten sind, die gewonnenen Producte leicht zuzuführen, da gewöhnliche Schienenwege nicht oder nur mit grossen Kosten anzulegen sind, auch deren Betrieb zu theuer würde, endlich auch der Transport auf Landstrassen, wenn solche vorhanden sind, das Product zu erheblich vertheuert. Die Seilbahn kann sich jedem Terrain anpassen und beseitigt in Folge dessen die Hindernisse, welche einem Anschluss jener abgelegenen Punkte entgegenstehen. Hodgson hat zwei Systeme ausgeführt. Bei dem ersten liegen zwei Leitseile, welche als Schienen dienen, auf Böcken, die daran hängenden Gefässe werden durch ein Treibseil ohne Ende fortbewegt. Dies ist die Construction, wie sie auch von Dücker empfiehlt. Bei dem anderen System dient ein Seil ohne Ende zugleich als Leit- und Treibseil und läuft in diesem Falle an den Unterstützungspunkten über Rollen. Die Last hängt vermittelst eines besonders gebogenen hakenförmigen Eisens mit ihrem Schwerpunkte senkrecht unter dem Seile, während das Führungsstück, welches auf dem Seile aufliegt und an welches das hakenförmige Eisen befestigt ist, so geformt ist, dass es leicht über die Unterstützungspunkte hinweggeht. In dem Krafterforderniss wird dadurch eine Gleichmässigkeit erzielt, dass nicht mehr, wie man anfänglich that, ein einzelnes Gefäss, sondern eine grössere Anzahl in bestimmt zu regulirenden Abständen fortbewegt wird; auch stellen die auf dem einen Seile sich fortbewegenden Gefässe das Gleichgewicht gegenüber den auf dem anderen Seile sich rückwärts bewegenden her, so dass eine vollständige Regulirung in der Ausnutzung der vorhandenen Kraft hergestellt wird. Hodgson hat beispielsweise eine solche Bahn in einer Länge von 4828 Meter in der Nähe von Leicester zum Transport von Steinen aus einem Steinbruche nach der benachbarten Eisenbahnstation ausgeführt. Die Bahn besteht hier aus einem Seil ohne Ende von $42\frac{1}{2}$ Millimeter Umfang, welches durch Rollen von 392 Millimeter Durchmesser unterstützt ist; die Böcke, auf welchen die Rollen ruhen, sind $45\frac{3}{4}$ Meter von einander entfernt, in einzelnen Fällen aber auch weiter und bis 183 Meter. Das Seil geht an den Enden um Seilscheiben, von denen die eine durch eine Locomobile getrieben wird, wodurch der ganze Apparat seine Bewegung erhält, mit einer Geschwindigkeit von 4 bis 6 englischen Meilen in der Stunde. Die Gefässe werden an

Wimmer. Leipzig 1870. S. 67. — Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens. Neue Folge. 6. Bd. S. 244. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1871. S. 91. — Dingler polyt. Journal Bd. 201. S. 378. Bd. 202. S. 88. — v. Dücker: Die Seileisenbahn. Separatabdruck aus dem Notizblatt des deutschen Vereins für Ziegelfabrikation. 1871.

dem Verladungsplatze aufgeschoben und an der Eisenbahnstation wieder abgeschlagen, während hier die leeren Gefässe aufgehängt werden, um zum Steinbruch zurückzukehren. Jedes Gefäss enthält 1 Centner Ladung; in der Stunde werden 200 solcher Gefässe auf die Entfernung von 3 englischen Meilen transportirt. Die Gefässe können aber zu grösseren Ladungen eingerichtet sein, und erweist sich bei Ladungen von 1 bis 5 Centner ein einziges Seil als völlig ausreichend; für grössere Gefässe erscheint es zweckmässiger, ein besonderes Leitseil und ein Treibseil anzuwenden. Die Anwendung von beliebigen Neigungen, von Curven und Winkeln hat sich als völlig ausführbar gezeigt und erscheint die Einführung solcher Seilbahnen für die geschilderten Verhältnisse als zweckmässig empfohlen werden zu können. Hodgson hat eine solche Bahn auch für Ceylon gebaut und versuchsweise in Brighton auf eine Länge von 5 englischen Meilen (8 Kilometer) aufgestellt.[70]) Auch in Oesterreich, namentlich in Böhmen und Ungarn sind mancherlei derartige Ausführungen durch Hodgson oder in dessen Auftrage erfolgt.[71])

Fig. 320.



Die Einrichtungen, welche von Dücker seinen versuchsweise ausgeführten Bahnen gegeben hat, sind mit denen von Hodgson im Allgemeinen identisch. Von seiner Anordnung der Rollen und der Haken, auf welchen das Seil aufruht, giebt Figur 320 ein Bild. In neuerer Zeit hat von Dücker auch für den Gebrauch sich vortheilhaft bewährende Ausführungen solcher Bahnen hergestellt, so z. B. für einen Ziegeleibetrieb am Harz.

Zum Transport von Kohlen aus den Donaukähnen nach den Drasche'schen Kohlenmagazinen hat man in Pest eine derartige Seilbahn hergestellt, wo in Gefässen von 60 Kilogramm Gewicht 105 Kilogramm Ladung transportirt wird. Man spart dadurch sehr wesentlich an Arbeitskraft, da man das Ausladen mit dem sonst gebräuchlichen Schiebkarren vermeidet; dabei ist der Verkehr am Donauufer gar nicht gestört, da die Seilbahn hoch über der Strasse angebracht ist.[72])

Auf dem Steinsalzbergwerk bei Erfurt hat man zur Herabförderung des Abfalls bei der Salzscheidung von dem Schachtgebäude zur Halde eine Seilbahn angelegt. Auf 2 Drahtseilen laufen Rollen, an welchen die Förderwagen hängen, von denen der abwärts gehende volle Wagen den leeren aufwärts zieht, indem beide durch ein Seil verbunden sind, welches auf

---

[70]) Die Seilbahn in Brighton in Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure Bd. 14. S. 720. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1871. S. 192.

[71]) Berg- u. hüttenm. Ztg. von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1871. S. 347.

[72]) Drahtbahnen als Transportmittel in der österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1870. S. 7.

der oberen Bühne über eine Bremsscheibe geht. Man hat hier also die Wirkung wie auf einem Bremsberge.[73])

Auch in Frankreich auf der Grube Montchonay zu Ardillats bei Beaujeu im Rhône-Departement[74]) hat man an Stelle eines Bremsberges zum Transport von Erzen vom Stollnmundloch nach der Aufbereitungsanstalt eine hängende Bahn angelegt. Der Niveauunterschied zwischen dem Ladepunkte und dem Aussturzort beträgt 33 Meter, die Entfernung beider $183\frac{1}{3}$ Meter. Die Leitung besteht hier nicht in Drahtseilen, sondern in 16 Millimeter starken runden Eisenstäben, deren zwei in Entfernung von 1 Meter neben einander liegen; sie sind am oberen Theile der Anlage festgehängt und werden am unteren durch eine Erdwinde angespannt. Als Zugseil dient ein Drahtseil von 17 bis 18 Millimeter Stärke, dessen Enden oben das volle, unten das leere Gefäss erfassen, so dass das nach Unten sich bewegende volle Gefäss das leere aufwärts zieht, wobei die Bewegung durch ein Bremswerk, über dessen Welle das Zugseil läuft, regulirt wird. Die Leitstange hat keine Unterstützung, für das Zugseil sind 3, in Böcken bewegliche Leitrollen angebracht. Das Fördergefäss hängt mittelst 4 Ketten an einem Leitkolben, mit dessen Rollen die Gefässe auf den Leitschienen auf- und abrollen. In der Stunde befördert man 18 bis 20 derartiger Gefässe, welche etwa 2 Kubikmeter Erze fassen, abwärts, in einer 10stündigen Schicht also etwa 20 Kubikmeter.

Zum Transport der Kupferschiefer vom Martinsschacht zur Krughütte bei Eisleben ist eine (500 Ruthen) 1883 Meter lange Seileisenbahn durch Hodgson zum Transport von 2400 Centner Ladung in 10 Stunden hergestellt. Dieselbe bedarf zwar noch mannigfacher Verbesserungen in den Detailconstructionen, verspricht aber eine wesentliche Ersparung gegen den gewöhnlichen Landtransport.[75])

## IV. Motoren und Effecte.

### *a.* Menschen.

Die Leistung der Förderleute ist sehr bedingt durch die Beschaffenheit der Strecken, der Schienenwege, der Wagenconstruction, der Wetterführung u. dgl. m. Auf den Steinkohlengruben bei Saarbrücken hat man gefunden, dass die Geschwindigkeit in der Minute bei deutschen Schienen durchschnittlich (25 Lachter) 52 Meter (der Weg mit vollem Wagen hin und leerem zurück im Durchschnitt gerechnet), bei englischen Schienen (35 Lachter) 73 Meter beträgt. Für das Füllen eines 10 Centner haltenden Wagens bedarf man etwa 15 Minuten, für das Entleeren 3 Minuten. Unter gewöhnlichen Verhältnissen, d. h. bei genügend hohen und ziemlich

---

[73]) Hauchecorne a. a. O. S. 77.

[74]) Berg- u. hüttenm. Ztg. von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1870. S. 122.

[75]) Leuschner: Drahtseilbahn bei Eisleben in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 20. B. S. 1.

geraden Strecken hat man dort die Erfahrung gemacht,[76]) dass in der achtstündigen Schicht transportirt werden können

| auf einer Länge von Metern | bei deutschen Schienen Wagen zu 10 Ctr. | bei englischen Schienen Wagen zu 10 Ctr. |
|---|---|---|
| 100 | 18 | 19 |
| 200 | 15 | 16 |
| 400 | 11 | 12 |
| 600 | 9 | 10 |
| 800 | 7 | 8 |
| 1000 | 6 | 7 |
| 1200 | 5 | 6 |
| 1600 | 4 | 5 |
| 2000 | 3 | 4 |
| 4000 | 2 | 3 |

Auf den Braunkohlengruben im Halberstädtischen[77]) ist die grösste Leistung auf der Königlichen Grube bei Eggersdorf erzielt, wo ein Mann in der Schicht 88 Tonnen auf (140 Lachter) 293 Meter fördert, also (24640000 Fusspfund) 4190000 Kilogrammmeter leistet, ferner auf Jakobgrube bei Börnecke, wo ein Mann 55 Tonnen auf (220 Lachter) 460 Meter, also (24200000 Fusspfund) 4117000 Kilogrammmeter leistet, während im Mittel von 8 Gruben sich nur (17298000 Fusspfund) 2943000 Kilogrammmeter herausstellen, und von 3 Gruben im Eisleben'schen Braunkohlenbezirk nur (15466666 Fusspfund) 2631000 Kilogrammmeter.

Im Durchschnitt leisten nach derselben Quelle die Menschen am Wagen fünf Mal mehr, als am Karren.

Eine sehr vorzügliche Leistung ist in neuerer Zeit mit der Menschenförderung auf einzelnen Gruben bei Waldenburg, namentlich im Fuchsstolln, erzielt worden. Dieselbe ist nur möglich durch äusserst exacte Verlegung des Schienengeleises und accurate Haltung der Förderwagen. Der Stolln hat eine Länge von 2100 Meter, wird aber nicht in seiner ganzen Länge von den Förderleuten durchfahren, sondern in Abtheilungen, an deren Endpunkten sich Wechsel finden, bis zu welchen die vollen Wagen gefahren und wo die leeren zur Rückfahrt in Empfang genommen werden. Im Jahre 1871 sind im Ganzen im Stolln 176160000 Kilogramm Kohlen gefördert worden; darauf wurden 15772 Schlepperschichten verwendet, in einer Schlepperschicht also 23457000 Kilogrammmeter geleistet, was den Ergebnissen der Pferdeförderung gleichkommt. Die Kosten für 10000000 Kilogrammmeter berechnen sich zu 7 Sgr. 7 Pf.

### *b.* Thiere.

Als Motoren in der Grube wendet man Pferde, Esel, Maulthiere, auch Hunde an, doch am häufigsten Pferde.

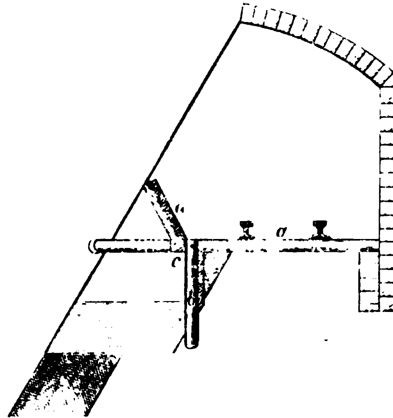
[76]) M. Nöggerath in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 3. B. S. 184.
[77]) Ottiliä ebenda Bd. 8. B. S. 323.

Pferde werden im Allgemeinen erst vortheilhaft benutzt, wenn die Förderlängen schon grösser geworden sind; Ponson giebt als Minimum 300 Meter an, doch ist dasselbe zu niedrig gegriffen, richtiger ist die Gränze bei (300 bis 500 Lachter) 600 bis 1250 Meter. Eine Ausnahme tritt in England ein, wo man schon bei geringeren Förderlängen in Abbaustrecken Ponies verwendet, wobei aber die dortigen Preisverhältnisse zu berücksichtigen sind, die überhaupt entscheidend wirken.

Am grössten ist der Effect in söhligen oder schwach abfallenden Strecken, er sinkt schnell bei etwas bedeutendem Ansteigen; in letzterem Falle z. B. bei einfallenden Strecken lässt man das Pferd wohl in der Weise wirken, dass es abwärts schreitet und an einem oben über eine Rolle gehenden Seile die Last aufzieht.

Bei der Einrichtung zur Pferdeförderung hat man für Sicherstellung der Wasserseige zu sorgen, entweder durch Ueberwölben derselben oder durch Bedeckung mit Brettern. Auf der Steinkohlengrube Helene Amalie bei Essen hat man über die Wasserseige (1zöllige) 26 Millimeter starke Bretter und darüber (2zöllige) 52 Millimeter dicke buchene Bohlen gelegt, welche mit (1 Zoll) 26 Millimeter tiefen Einkerbungen versehen sind, um den Pferden das Schreiten zu erleichtern; auf der Steinkohlengrube Nachtigall hat man (2zöllige) 52 Millimeter starke eichene Bohlen zum Zudecken benutzt und darauf in je (6 Zoll) 16 Centimeter Entfernung (5 Zoll) 13 Centimeter breite, ($1\frac{1}{2}$ Zoll) 39 Millimeter starke buchene Bretter genagelt; anderwärts nagelt man Latten auf, was aber wegen möglicher Verletzung der Pferdehufe nicht zweck-

Fig. 321.




mässig ist. Auf Mecklingsbänker Erbstolln bei Essen hat man die Wasserseige in verschiedener Weise geschützt: in Fig. 321 bezeichnet a die (5 Zoll) 13 Centimeter breiten, (6 Zoll) 16 Centimeter hohen Stege, welche durch das Holz b unterstützt und durch c gegen Seitenverschiebung geschützt

werden, die Hölzer b werden mit Brettern benagelt, vor welche Berge angeschüttet werden; damit die Pferde nicht über die Wasserseige treten, sind am Stoss Schutzbretter d angebracht. In einem andern Falle Fig. 322

Fig. 322.

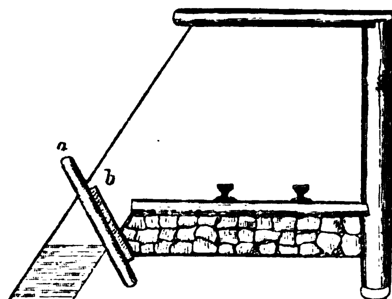
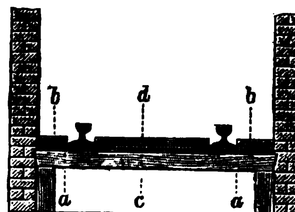



Fig. 323.




werden Hölzer a unter einem Winkel von 40 Grad in Entfernungen von (3 Fuss) 0,942 Meter gegen den Stoss gestellt und mit Brettern b benagelt; die Stege für die Schienen werden auf eine Steinschüttung verlagert und reichen nur bis zu den Schutzbrettern. In Querschlägen Fig. 323 ruhen die Stege auf Spreizen, welche an den Stössen aufgestellt werden, in der Mitte ist über die Stege ein Eichenbrett c mit den Fasern parallel den Schienen gelegt, neben welchem auf dem Stege kurze, (6 Zoll) 16 Centimeter breite, (18 Zoll) 47 Centimeter lange Brettstücke a liegen, um die Kronenfläche der Schienen zu erhöhen, der Raum zwischen den Schienen und Stössen wird durch die Buchenbretter b ausgefüllt, während zwischen den Schienen auf dem Eichenbrett Brettstücke d aufgenagelt sind, um das Schreiten der Pferde zu erleichtern.

Der Raum zwischen den Stegen muss, wenn er nicht, wie in den seltensten Fällen, ganz mit Brettern bedeckt ist, mit Bergen, Ziegelschrot oder vollständiger Pflasterung ausgefüllt werden. Wo die Strecken gezimmert und nicht sehr hoch sind, bringt man Bretter an, um das Anstossen der Pferde mit dem Kopfe zu verhindern; ebenso ist eine Sicherung gegen das Seitwärtsausgleiten nöthigenfalls erforderlich, namentlich da, wo eine offene Wasserseige neben der Förderbahn herläuft, wie in manchen westfälischen Gruben.

Das Transportiren der Pferde in Tiefbaugruben erfolgt in der Regel durch die Schächte, indem man sie auf das gewöhnliche Fördergestell bringt und daselbst anfesselt, in Wieliczka hängt man sie frei in Schlingen ein; am besten ist es, hierzu besondere Gestelle anzuwenden. Auf den Gruben bei Saarbrücken hat man überall besondere einfallende Strecken von Tage nieder zur Einführung der Pferde aufgefahren, die auch zugleich von den Arbeitern zur Fahrung benutzt werden.

Unter Tage hat man, wo sie anzubringen sind, Stallungen angelegt, in welche die Pferde nach der Schicht untergebracht werden, man

muss sie immer in den ausziehenden Wetterstrom legen, damit die Grubenluft nicht verunreinigt werde. In Saarbrücken, wo der Transport der Pferde keine Schwierigkeit macht, kommen sie nach jeder Schicht zu Tage, wodurch man allerdings genöthigt ist, theure Pferdeställe über Tage zu bauen.

Die Leistungen sind je nach dem Zustande der Bahn und der Stärke der Pferde sehr schwankend. Auf den Gruben bei Saarbrücken leistet ein Pferd das 6- bis 9,3 fache eines Schleppers; speciell auf der Grube von der Heydt werden die Leistungen in 12stündiger Schicht angegeben[78])

auf der Sohle des v. Krugschachtes auf (900 Lachter) 1880 Meter zu 3 . 10 Wagen = 300 Centner oder (180000000 Fusspfund) 28200000 Kilogrammmeter,

auf der Josephasohle auf (820 Lachter) 1715 Meter zu 4 . 10 Wagen = 400 Centner oder (218666664 Fusspfund) 34300000 Kilogrammmeter,

auf der Veltheimsohle auf (480 Lachter) 1000 Meter zu 6 . 7 Wagen = 420 Centner oder (134400000 Fusspfund) 21000000 Kilogrammmeter,

wo bei dem dritten Fall noch Winkelschienen in Anwendung standen.

Auf der Braunkohlengrube Neuglücker Verein bei Nietleben soll in zwölfstündiger Schicht ein Pferd mit 1 Arbeiter auf (1600 Lachter) 3350 Meter Länge, wovon (1100 Lachter) 2300 Meter über Tage liegen, 9 Züge zu 12 Wagen, jeden zu 3 Tonnen, also 9 . 12 . 9 = 972 Centner fortbewegen, was (1036799352 Fusspfund) 162800000 Kilogrammmeter ausmachen würde und unverhältnissmässig hoch erscheint.[79])

Auf dem Grubencomplex der Vereinigungsgesellschaft für Steinkohlenbergbau im Wurmrevier bei Aachen hat man in einer Tiefe von 217 Meter eine gemeinschaftliche Fördersohle für alle Gruben etablirt und daselbst Pferdeförderung eingeführt.[80]) Dieselbe ist mit grosser Sorgsamkeit angelegt, so dass ein sehr guter Effect erzielt wird. Im Ganzen bieten die Details zu besonderen Bemerkungen keine Veranlassung. Zu bemerken dürfte nur sein, dass für die Pferdeförderung besondere, 30 Centner Kohle haltende Wagen dienen, welchen aus den Abbaustrecken mit kleineren Fördergefässen, bisher von 6 Centnern, später von 10 Centner Ladung zugeführt wird. Jedes Pferd transportirt gleichzeitig 12 solcher Wagen, also 360 Centner und legt 0,863 Meter in der Sekunde zurück. Die Einrichtung ist so getroffen, dass die Pferde einander zufördern, dass also derselbe volle, beziehungsweise leere Wagenzug von einem Pferde an das andere übergeben wird und keins den ganzen Weg vom Füllungspunkt der

---

[78]) Dach in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 10. B. S. 292.

[79]) Ottiliä a. a. O. Bd. 8. B. S. 319. 324.

[80]) Wagner: Die Pferdeförderung in der 104-Lachter-Sohle der Gruben der Vereinigungsgesellschaft in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 18. B. S. 69.

Wagen bis zum Schacht und umgekehrt zurücklegt. Dabei ist eine ganz exacte Feststellung der Fahrzeiten von einem Wechsel zum anderen erforderlich, wenn Stockungen vermieden werden sollen, was man durch Einführung ganz specieller Fahrpläne zu erreichen sucht. Die Kosten stellen sich auffallend billig, da sie nur 1,16 Pfennig für eine Centnermeile Nutzleistung betragen, ein Resultat, wie es durch maschinelle Streckenförderung kaum erreicht wird.

In den Gruben bei Polnisch-Ostrau hat man erst in neuerer Zeit, wo die menschliche Arbeitskraft zu fehlen beginnt, Pferdeförderung eingeführt, wozu man die sogen. Goralenpferde aus den Karpathen benutzt, welche in Strecken von 1,75 Meter Höhe sich mit Leichtigkeit bewegen. Die Schienenwege sind nur stellenweise zweigeleisig, und es wird mit grosser Gewissenhaftigkeit dafür gesorgt, dass die sich begegnenden Züge rechtzeitig, ohne Aufenthalt zu veranlassen, an den Wechselstellen anlangen. Die Pferde arbeiten entweder 8 Stunden und haben dann 16 Stunden Ruhe oder 12 Stunden hinter einander, wobei ihnen eine zweistündige Fütterungszeit gewährt wird. Auf geraden Bahnen zieht ein Pferd 15 Wagen zu 8 bis 10 Centner Ladung, in gekrümmten Strecken nicht mehr als 10 bis 12 Wagen. Nimmt man an, dass nur 10 Wagen zu 10 Centner fortgefördert werden, so leistet ein Pferd in der 8stündigen Schicht

| bei einer Entfernung von | Ladung | mit Kosten für 100 Centner |
|---|---|---|
| 200 Meter | 1600 Centner | 42 Kreuzer |
| 300 „ | 1370 „ | 43 „ |
| 400 „ | 1200 „ | 45 „ |
| 500 „ | 1060 „ | 47 „ |
| 600 „ | 960 „ | 50 „ |
| 700 „ | 870 „ | 52 „ |
| 800 „ | 800 „ | 54 „ |

Da die Förderung von 100 Centner auf 200 Meter Entfernung durch Menschen auch nur 42 bis 45 Kreuzer kostet, so wird mit Vortheil unter diese Förderlänge nicht mit Anwendung von Pferden heruntergegangen werden dürfen.[81])

Auf der Steinkohlengrube ver. Karlsglück bei Dortmund benutzte man statt kleiner Ponies Esel, deren man 3 einstellte, mit diesen förderte man 760 Centner Kohlen auf eine Querschlagslänge von 473 Meter in der achtstündigen Schicht, was einer sehr mässigen Leistung entspricht.[82])

---

[81]) Pferdeförderung im Hermenegild-Schacht zu P.-Ostrau im berg- u. hüttenm. Jahrb. der k. k. Bergakademien zu Pribram u. Leoben u. der königl. ungar. Bergakademie zu Schemnitz für das Studienjahr 1869/70. S. 172.

[82]) Hauchecorne a. a. O. S. 74.

### c. Stationäre Dampfmaschinen.

Die Anwendung von Pferden in ausgedehntem Maasse kommt schon fast nur in Steinkohlengruben vor, ausschliesslich ist dies bei stationären Maschinen der Fall.

Unter Tage ist diese Fördermethode in England ausgebildet und weit verbreitet, indem man in der Gegend von Newcastle rechnet, dass in Fällen, wo mindestens 7 Pferde zur Bewältigung der Massen erforderlich sind, die Aufstellung einer Maschine vortheilhafter ist, wenn es überhaupt möglich ist, sie anzuwenden; man benutzt sie dort auch in einfallenden Strecken, sowie über Tage, z. B. um Wagen zu verschiedenen Ausstürzvorrichtungen zu bringen, in welchem Falle in der Regel die Schachtfördermaschine die bewegende Kraft giebt. Von England aus ist diese Fördermethode auch nach dem Festland verpflanzt und zuerst auf der Steinkohlengrube von der Heydt bei Saarbrücken, demnächst auf der Königlichen Steinkohlengrube bei Ibbenbüren, seitdem aber in vielen anderen Fällen namentlich auf Saarbrücker Gruben und den beiden Königlichen Steinkohlengruben König und Königin Louise in Oberschlesien zur Anwendung gelangt.[83])

Im Allgemeinen ist zu bemerken, dass ganz gerade Strecken nicht erforderlich sind, doch dürfen die Curven nicht zu klein sein, wenn nicht grössere Schwierigkeiten hervorgerufen werden sollen; ebenso brauchen sie nicht ganz söhlig zu liegen und können bald abfallend, bald ansteigend, wenn auch nur in geringem Maasse getrieben sein. Auch lässt sich aus mehreren Strecken mit ein und derselben Maschine fördern, allerdings nicht zu gleicher Zeit und mit besonderen Einrichtungen für jede Strecke.

Gewöhnlich bedient man sich eines Seils zur Fortpflanzung der Bewegung, seltener der Kette, welche in der Regel nur über Tage und dann nur bei kurzen Förderlängen vorkommt.

Die Aufstellung der Maschine ist von der Localität und von dem zur Ausführung zu bringenden System abhängig, desgleichen auch davon, ob die Kessel unter Tage aufgestellt werden oder ob der Dampf von Tage herzugeführt wird. Die Maschinen sind stets Hochdruckmaschinen, von denen der gebrauchte Dampf nöthigenfalls wieder durch Röhren abgeführt wird, wenn nicht das Ausblasen in den Wetterschacht möglich ist.

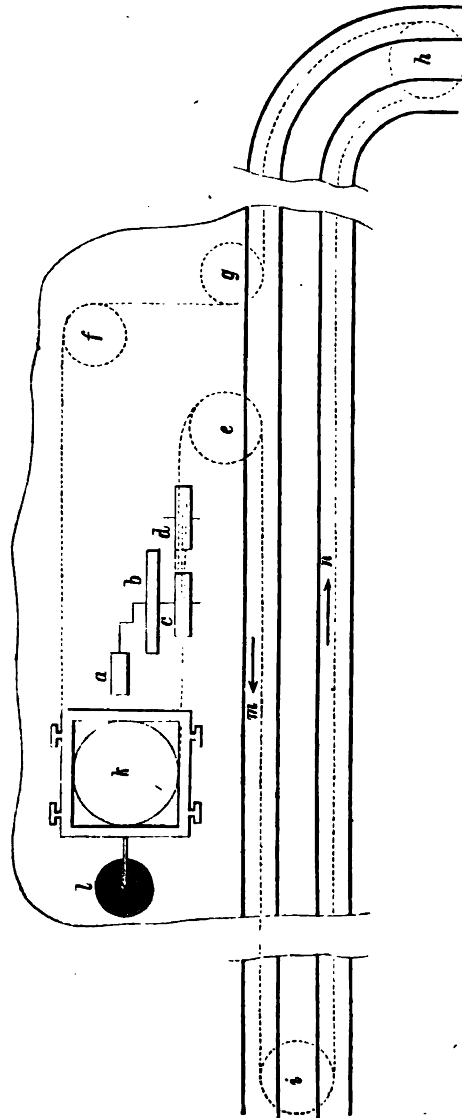
Man hat die verschiedensten Systeme zur Anwendung gebracht.

[83]) Pfähler: Steinkohlenbergbau in England und Schottland in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 9. B. S. 83. — Serlo, v. Rohr, Engelhardt, ebenda Bd. 10. B. S. 62. — Dach: Horizontale Seilförderung auf der Grube v. d. Heydt bei Saarbrücken, ebenda Bd. 10. B. S. 292. — M. Nöggerath: Elektr. Signalvorrichtnng daselbst, ebenda Bd. 11. B. S. 1. — Derselbe: Maschinelle Seilförderung auf engl. Steinkohlengruben, ebenda Bd. 12. B. S. 231. — Spindler und Schönemann: ebenda Bd. 13. B. S. 213. — Drassdo: Horizontale Seilförderung auf der Grube Glücksburg bei Ibbenbüren in berg- u. hüttenm. Ztg. von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1864. S. 229.

A. Mit Seil:

1. mit Seil ohne Ende, so dass dasselbe in sich geschlossen ist,

Fig. 324.




*a*) mit continuirlicher Bewegung, wobei doppelte Spur erforderlich ist, um den beladenen Zug nach der einen, den leeren nach der anderen Richtung gehen lassen zu können,

*b*) mit alternirender Bewegung, wobei einfache Spur genügt;

2. mit Seil, welches durch Einschalten des Zuges geschlossen wird,
   *a*) mit einfacher Spur, wo man das Seil als Vorder- und Hinterseil benutzt,
   *b*) mit doppelter Spur,
3. mit zwei getrennten Seilen, deren jedes durch eine besondere Maschine an den beiden Endpunkten der Bahn auf- und abgewickelt wird, so dass also durch die eine Maschine der volle Zug vorgezogen, durch die andere der leere zurückgezogen wird.

B. mit Kette ohne Ende.

*a.* Für das System A. 1. *a.* dient die Einrichtung auf Pelton colliery bei Chester le Street als Beispiel[84]) und ist durch Figur 324 erläutert. a ist der liegende Dampfcylinder, b das Schwungrad, c d die Trommeln mit je drei schraubenförmigen Rinnen, welche als vertikale Rollen wirken und auf denen sich das Seil aufwickelt, e f g h i sind horizontale Scheiben, von denen nur f oberhalb der Bahn liegt und durch welche das Seil geführt wird, k ist eine grosse horizontale Scheibe, welche auf einem Rädergestell und einer Schienenbahn ruht und durch ein in den blinden Schacht l hängendes Gegengewicht gehalten wird, wodurch das Seil stets straff gespannt ist; die Förderbahn m dient für den Zug mit vollen Wagen, n für den Zug mit leeren Wagen. Ausser den bezeichneten Leitscheiben sind noch Leitrollen für das Seil innerhalb der Schienenbahnen so angebracht, dass sie die Bewegung der Wagen nicht hindern. Um die Bewegung der Züge in der Gewalt zu haben, namentlich in geneigten Theilen der Strecken, ist in jedem Zuge ein besonderer Bremswagen eingeschlossen, welcher leer bleibt und dazu bestimmt ist, den Zug mit dem Seile in Verbindung zu halten, indem im Uebrigen die Wagen lose über dem Seile hergehen. Zu dem Zweck ist der Wagen mit einer Bremse versehen, welche geschlossen ist, die Bremsbacke an das Seil andrückt und nur geöffnet wird, wenn der Wagenzug vom Seile gelöst werden soll. Deshalb sitzt ein Zugführer im Wagen, welcher den Bremshebel führt, mit welchem ein verschiebbarer Keil zum Andrücken an das Seil in Bewegung gesetzt wird; ausserdem führt der Zugführer von seinem Sitze aus einen Haken, der durch den Boden des Wagens hindurchgeht, das Seil erfasst und gewissermassen eine Leitung für das Seil abgiebt. Endlich hat der Zugführer eine eiserne Gabel zu führen, mit welcher er in den Curven das Seil auf die Rollen niederdrückt, nachdem der Zug die Rollen passirt hat, was Uebung und Geschicklichkeit erfordert. An den Stellen, wo die grossen Leitrollen liegen, wo also das Seil nicht innerhalb der Bahn liegt, die Wagen demnach nicht mit dem Seil in Verbindung bleiben können, bewegt sich der Zug noch vermöge der lebendigen Kraft vorwärts; der Zugführer muss dann vorher den Bremswagen gelöst haben und nach Ueberschreitung der betreffenden Stelle mit dem Haken und dem Bremskeil das Seil wieder fangen.

---

[84]) Pfähler a. a. O. S. 92.

Die Einrichtung ist complicirt und theuer und erfordert grosse Aufmerksamkeit und Geschicklichkeit der Zugführer, obschon bei hinreichender Maschinenstärke mehre Züge gleichzeitig bewegt werden können.

Auf der Peltongrube hat das Seil einen Durchmesser von (10 Linien) 22 Millimeter, die Maschine 25 Pferdekräfte, mit welcher bei (8 Fuss) 2,5 Meter Geschwindigkeit in der Sekunde ein Zug von 40 Wagen zu 7 Centner, einschliesslich des Bremswagens, im Ganzen also 273 Centner Kohlen als Ladung transportirt werden.

*b.* Die Einrichtung auf Kirkless Hall (nicht Hartless Hall, wie in der Quelle angegeben) bei Wigan,[85]) welche unter das System A. 1. b. fällt, ist einfacher. Eine 12 Pferde kräftige Maschine mit liegendem Cylinder treibt mittelst konischen Vorgeleges eine horizontale Scheibe von (42 Zoll) 1 Meter Durchmesser, in (15 Fuss) 4,7 Meter Entfernung liegt eine Spannrolle auf Wagengestell mit Gegengewicht, jene Scheibe hat zwei, diese eine Seilrinne, von einer zur andern wird das Seil verschränkt geführt und geht dann von der ersten Scheibe aus in die (900 Yards) 823 Meter lange Strecke, in welcher 3 Curven von (50 Fuss) 15 Meter Radius vorkommen. Die Bahn ist eingeleisig und nur an beiden Enden mittelst Weichenverbindung zweigeleisig, wo das eine Geleise zum Rangiren benutzt wird, damit nach Ankunft des Zuges die Förderung sogleich ihren Fortgang nehmen kann, was wegen der Beschleunigung um so wichtiger ist, als nur jedesmal entweder der volle Zug zum Schachte, oder der leere zu den Arbeitspunkten transportirt werden kann. Der erste Wagen ist leer und zur Aufnahme des Zugführers bestimmt, welcher eine Zange zum Fassen des Seils führt; dieselbe hat eine (8 Zoll) 21 Centimeter lange Tülle, mit welcher das Seil umfasst wird, nach dem Fassen wird oben über die Arme ein Ring geschoben, damit ein freiwilliges Lösen der Zange nicht stattfindet, ausserdem ist an der Zange eine kurze Kette angebracht, deren Endhaken in eine Oese am Giebel des ersten Wagens eingehakt wird. Der Zugführer hält die Zange senkrecht, nur in Curven biegt er sie nach der Seite, wo die Leitungsrollen liegen und tritt ausserdem mit dem Fuss auf die Kette, wodurch er bewirkt, dass Zange und Seil im Moment des Passirens die Rolle nicht berühren. Sobald der erste Wagen die Weiche überschritten hat und der Zug in das für ihn bestimmte Rangirgeleis einläuft, löst der Zugführer den Ring und die Kette der Zange und diese selbst vom Seil, während der Zug in Folge der lebendigen Kraft seine Bewegung noch fortsetzt. Das Seil ist ($^1/_2$ Zoll) 13 Millimeter stark aus Gussstahl. Der Effect ist der, dass 14 bis 20 Wagen, jeder zu 6 Centner Ladung, auf 822 Meter in 7 Minuten, also mit einer Geschwindigkeit von 1,96 Meter in der Sekunde transportirt werden.

*c.* Nach dem unter A. 2 angegebenen System wird das Seil erst geschlossen durch Einschalten der Züge, wobei überwiegend nur ein Geleise

[85]) Serlo, v. Rohr, Engelhardt a. a. O. S. 71.

in Anwendung steht. Die Maschinen sind gewöhnlich Zwillingsmaschinen mit zwei Seilkörben, auf deren einem sich das eine Seilende auf-, von deren zweiten sich das andere Seilende abwickelt und welche abwechselnd von der Treibwelle zu lösen, beziehungsweise mit ihr zu kuppeln sind, weil nur für das jedes Mal belastete Seilende der Seilkorb mit der Welle gekuppelt werden muss, während für das leer gehende Seil der Seilkorb nur als Leitrolle dient.

Bei einfacher Spur kann das eine Seil etwas schwächer sein, als das andere, weil dasselbe nur als Verbindungsglied dient, ohne direct belastet zu werden, man unterscheidet dann das Vorderseil (main rope) als das belastete und das Hinterseil (tail rope), für welche vermittelnd stets am Ende der Bahn eine Rolle angebracht ist. Im Allgemeinen ist bei dieser Einrichtung erforderlich, dass man stets Züge von ziemlich gleicher Länge einschaltet; wenn man dies umgehen will, muss man Stücke von Seilen oder Ketten vorräthig halten, um die Differenz auszugleichen.

Als Beispiel dieser Einrichtung mit einfachem Geleise ist anzuführen der Stolln der Dowlais Iron Works bei Merthyr Tydville.[86]) Vor dem Mundloch desselben befindet sich eine liegende Zwillingsmaschine von (12 Zoll) 0,314 Meter Cylinderdurchmesser und (24 Zoll) 0,628 Meter Hub, das Drahtseil ist (1 Zoll) 26 Millimeter dick, die Länge der Förderstrecke beträgt (655½ Lachter) 1372 Meter, welche in 8 bis 10 Minuten Zeit, also bei einer Geschwindigkeit von (7¼ bis 9 Fuss) 2,275 bis 2,825 Meter in der Sekunde einen Zug von 30 Wagen, jeden zu 1 ton = 20,32 Centner zu Tage schafft; wegen der Zeit zum An- und Abschlagen können in einer Stunde indess nur 2 solcher Züge gefördert werden. Speciell bleibt noch zu erwähnen, dass jeder Seilkorb hier eine eigene Achse hat.

Eine ähnliche Einrichtung befindet sich auf der Sherburn-Grube bei Durham,[87]) wo mittelst einer 45 Pferde starken Maschine aus 8 Streckenzweigen gefördert wird. Das Vorderseil hat hier (2½ Zoll) 65 Millimeter, das Hinterseil (2¼ Zoll) 59 Millimeter Umfang, das letztere hat an verschiedenen Stellen, welche den Punkten entsprechen, wo die Weichen für die Nebenstrecken liegen, Anschlussglieder, um die Seile für diese Nebenstrecken in Verbindung bringen zu können; am Endpunkte einer jeden Strecke befindet sich eine Leitscheibe, um welche das Hinterseil geführt wird. Beide Seilkörbe liegen auf einer Welle, jeder ist von derselben lösbar und mit Bremse versehen. Gefördert werden hier 35 Wagen zu 7¾ Centner Ladung mit (21,3 Fuss) 6,69 Meter Geschwindigkeit in der Sekunde.

Auf der Grube Houghton le Spring bewegt man 44 Wagen mit (14,2 Fuss) 4,47 Meter Geschwindigkeit in der Sekunde, auf der Grube Monkwearmouth bei Sunderland auf (1100 Yards) 1000 Meter 40 Wagen

---

[86]) Pfähler a. a. O. S. 83.

[87]) Serlo, v. Rohr, Engelhardt a. a. O. S. 62.

zu $9^1/_2$ Centner Ladung in 4 Minuten oder mit ($13^1/_2$ Fuss) 4,24 Meter Geschwindigkeit in der Sekunde.

Dieselbe Einrichtung ist auch für die Förderung zum Stolln im Schacht Pommer-Esche der Königl. Steinkohlengrube Glücksburg bei Ibbenbüren[88]) gewählt.

*d.* Auf dem Schacht Eppleton der Grube Hetton[89]) hat man zwei Geleise, welche an den geeigneten Stellen nur aus 3 Schienen gebildet sind; es findet hier eine gleichzeitige Bewegung eines vollen und eines leeren Zuges statt, deren jeder 21 Wagen zu $8^1/_2$ Centner Ladungsfähigkeit enthält, die Geschwindigkeit beträgt auf der (1930 Yards) 1765 Meter langen mit wechselnden Neigungen und Gefällen versehenen Strecke (10,3 Fuss) 3,24 Meter in der Sekunde. Die Seile haben (3,14 Zoll) 8 Centimeter Umfang, die Seiltrommeln liegen auf verschiedenen Achsen. Andere Besonderheiten sind bei dieser Vorrichtung nicht zu erwähnen.

*e.* Das Hin- und Herziehen durch je eine Maschine ist einfach, weil man nur eine Seillänge in Thätigkeit und durch Rollen zu leiten hat, erfordert aber zwei Maschinen mit je einer Trommel, welche auch hier von der Welle zu lösen und mit Bremse versehen sind. Bisher ist diese Methode nur auf Stollngruben angewendet, wo alsdann eine Maschine vor dem Mundloch aufgestellt ist, während die andere in der Grube am Ende der Hauptstrecke steht. Vortheilhaft bei dieser Methode ist auch, dass man nicht an eine bestimmte Länge des Zuges gebunden ist, und dass man nicht behindert wird, aus Nebenstrecken zu fördern.

Die oben von Dowlais works beschriebene Vorrichtung ist später in die hier in Rede stehende umgewandelt worden, besonders ausgebildet ist sie auf der Steinkohlengrube von der Heydt bei Saarbrücken.[90]) Die Förderung erfolgt hier von drei Punkten aus, in gerader Erstreckung im Vonderheydtstolln vom Krugschachte bei einer Entfernung von (900 Lachtern) 1883 Meter, von den Flötzen Karl und Heinrich in (820 Lachter) 1715 Meter Entfernung, endlich von einem flachen Seilschacht, welcher seitwärts von der Stollnstrecke liegt, in (540 Lachter) 1130 Meter Entfernung. Eine Maschine liegt vor dem Stollnmundloch, die andere am Ende des Vonderheydtstollns unterhalb des Krugschächtes, von dessen über Tage stehenden Kesseln sie die Dämpfe empfängt. Beide Maschinen haben einen liegenden Cylinder; über Tage findet die Uebertragung der Bewegung auf den Seilkorb durch einen Riemen, unter Tage durch Räderverbindung statt. Das regelmässige Aufwickeln des Seils wird durch Hin- und Herschieben eines Gestells mittelst Schraube ohne Ende bewirkt. Das Geleise ist einspurig, nur an beiden Enden sind Behufs des Rangirens Doppelgeleise angebracht; innerhalb des Geleises befinden sich von (3 zu

---

[88]) Drassdo, a. a. O. S. 229.

[89]) Serlo, v. Rohr, Engelhardt a. a. O. S. 70; auch Busse ebenda. Bd. 6. B. S. 102.

[90]) Dach, a. a. O. Bd. 10. B. S. 292.

3 Lachter) 6 zu 6 Meter Leitrollen für das Seil mit horizontaler Achse, wogegen in den Curven zum Theil geneigte Rollen liegen. Jeder Zug ist an jedem Ende durch einen leeren Anhängewagen geschlossen, der zugleich zur Aufnahme des Zugführers dient; die unter diesem Wagen befindliche Zugstange ist zweimal gebrochen und an den Bruchstellen in Charnieren beweglich, wodurch man die Möglichkeit erreicht, dass das Hinterseil sich bequem auf die Rollen legt.

Man hat die Zahl der Wagen in den Zügen allmälig gesteigert und Züge von 80 Wagen zu 10 Centner Ladung formirt, auch die früher zu (7 Fuss) 2,197 Meter in der Sekunde angewendete Geschwindigkeit hat man auf (10 Fuss) 3,139 Meter erhöht und kann hierin wohl noch weiter gehen. Die Ersparung, welche man durch diese Fördereinrichtung gegen die frühere Pferdeförderung erzielt hat, ist sehr beträchtlich und hat zur Einführung von Seilförderungen auch auf den übrigen Saarbrücker Gruben Veranlassung gegeben.

Mit den unter *c.* und *e.* beschriebenen Systemen kann man von den Endpunkten mehrer Strecken fördern, wenn man Weichen und in den abgezweigten Strecken Seile und die zugehörigen Rollen anbringt. Bei d. ist das zwar auch möglich, erfordert aber eine complicirte Einrichtung, um so mehr, wenn man in der Nebenstrecke doppelte Spur behalten will. Daher hat man diese Art der Abzweigung in diesem Falle auch nicht angewendet, sondern statt dessen an derselben Maschine so viel Paar Seilkörbe, als Hauptförderpunkte in die Förderung gezogen werden sollen, angebracht, wie auf der Hettongrube.[91])

Auf Sherburn hängt man zu diesem Zweck an das auf der Trommel befindliche Hinterseil besondere Seilstücke, welche in den abzweigenden Strecken bereit liegen; zur besseren Herstellung der Verbindung sind die Enden mit Blechhülsen umlegt und mit Bügeln versehen, welche durch Bolzen verbunden werden, Fig. 325. Wenn die Förderung bisher in der Richtung von B nach A, Fig. 326, stattgefunden hat und aus CD nach A gefördert werden soll, so hält der volle Zug bei C an, das Stück Hinterseil a b c wird abgenommen und d e f angehängt und zwar d an Stelle von a und f von c, auf welche Weise alsdann die bei D stehenden Wagen bei fortgesetzter Bewegung mit vorgenommen werden. Ebenso geschieht es für EF, wobei freilich dann das Hinterseil über die Bahn geleitet werden muss; will man dies vermeiden, so kann man bei E′ eine Rolle anbringen und das Hinterseil EFE′ ganz einschalten, ohne von BA etwas zu lösen und hat dann also gleichzeitig die Rollen FE′B im Gange.

In ganz gleicher Weise ist die Förderung aus den Nebenstrecken auf der Grube von der Heydt hergestellt.

*f.* Für die Förderung mit Kette ohne Ende werden zwei Scheiben mit vertikaler oder mässig nach Innen geneigter Achse aufgestellt, über

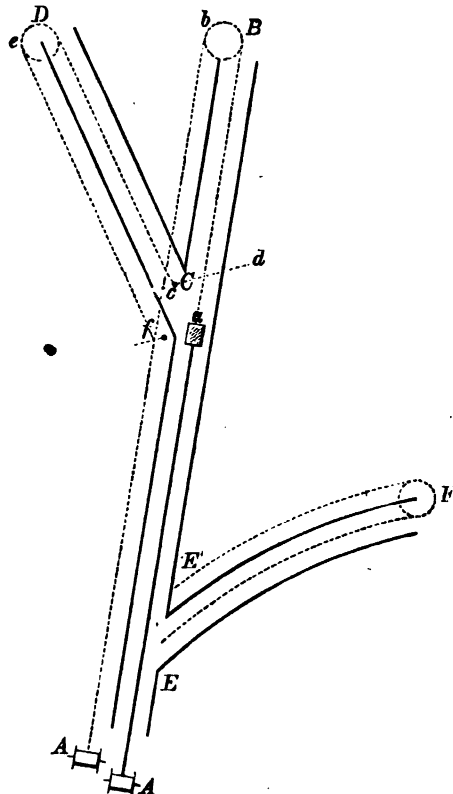
[91]) Serlo, v. Rohr, Engelhardt a. a. O. S. 71.

welche die Kette gelegt wird; die Scheiben sind aus Gusseisen, mit Vorsprüngen an der Rinne versehen, um das Gleiten der Kette zu verhindern. An jedem Ende der Bahn wird eine solche Scheibe angebracht, zwischen

Fig. 325.



Fig. 326.




denen die Kette lose herabhängt; eine der Scheiben wird durch die Maschine mittelst konischer Vorgelege bewegt, theilt die Bewegung der Kette mit und diese wiederum der anderen Scheibe; die Bewegung erfolgt immer nach derselben Richtung. Die Scheiben sind höher angebracht, als die Wagen hoch sind, so dass diese darunter fortgeschoben werden können.

Die Wagen werden einzeln nach einander untergeschoben und zwar, da zwei Geleise vorhanden sind, die vollen immer auf das eine, die leeren auf das andere Geleise, sie werden entweder allein durch das Gewicht der sich auflegenden Kette erfasst und von dieser mitgenommen, oder es werden besondere gabelartige Klammern auf einen Giebel der Wagen aufgesetzt, in welche die Kette eingreift, oder es befinden sich vorn und hinten Stifte, auf welche sich ein Ring der Kette legt.[92]) Die Geschwindigkeit

[92]) Busse, a. a. O. S. 87. — Pfähler, a. a. O. S. 91. — Serlo, v. Rohr, Engelhardt, a. a. O. S. 73.

ist nicht gross, auf Clifton-Hall bei Manchester (3 Fuss) 0,942 Meter, auf Pelton bei Chester le Street (2,42 Fuss) 0,758 Meter, auf Black Brook (2 Fuss) 0,628 Meter in der Sekunde.

Das Gewicht der Kette auf Clifton-Hall beträgt 92,5 Kilogramm auf 1 Meter, wobei die Glieder ($2\frac{1}{2}$ Zoll) 65 Millimeter lang und ($\frac{1}{2}$ Zoll) 13 Millimeter dick sind; dieses grosse Gewicht ist jedenfalls als nachtheilig anzusehen, weil dadurch die Last für die Maschine ohne Zweck vergrössert wird. Die Wagen verlassen in der Nähe der Scheibe die Kette von selbst, indem dieselbe zu der höher gelegenen Scheibe aufsteigt, also sich nicht mehr auf den Wagen auflegen kann.

In England ist diese Fördermethode über Tage sehr häufig, sie findet sich auch unter Tage, jedoch da nicht, wo grosse Geschwindigkeiten erzielt werden sollen.

Auch in einfallenden Strecken hat man in England die Kette ohne Ende versucht, wobei man aber jeden einzelnen Wagen mit Hilfsketten an der Hauptkette befestigen muss. Eine ähnliche Vorrichtung mit Seil ohne Ende, in welchem in bestimmten Entfernungen Knoten angebracht waren, ist in einem flachen Schachte bei Ibbenbüren angewendet worden, indem die Knoten des Seils in Gabeln an den Wagen griffen und diese mit fortnahmen; es fanden sehr häufig Seilbrüche und Wagenentgleisungen statt.

Eine Kette ohne Ende ist mit Vortheil auf dem Steinsalzbergwerk bei Stassfurt über Tage in Anwendung zur Aufwärtsbewegung beladener Wagen auf einer schiefen Ebene zu den höher belegenen Mühlen.

Das Signalisiren ist bei der Maschinenförderung unter allen Umständen nothwendig und muss die Bedingung erfüllen, dass der Zugführer während des Ganges an jedem Punkte Signale zur Maschine geben kann. Drahtzüge haben den Zweck nirgends erreichen lassen, weil wegen der grossen Elasticität derselben bei der grossen Länge der Signalzüge das Ziehen durch den Zugführer am Ende nicht wirksam wurde. Mit Vortheil sind Signalstangen aus ($\frac{1}{2}$zölligem) 13 Millimeter starkem runden Walzeisen in England auf der Grube Kirkless Hall[93]) angewendet, wo man die einzelnen Stangen durch Schraubengewinde mit einander verbunden hat; das ganze Signalgestänge wird frei aufgehängt und gestattet, wenn der Zugführer mit einem Hammer daran schlägt, dem Maschinenwärter die einzelnen Schläge zu hören. Ein solches Gestänge hat man auch bei der Seilförderung in Ibbenbüren zur Anwendung gebracht, jedoch hier nicht die einzelnen Stangenstücke an einander geschraubt, sondern bei der Verlegung an einander geschweisst, so dass die ganze Signalstange aus einem Stück besteht.

Auf der Grube von der Heydt bei Saarbrücken bedient man sich eines elektrischen Signals,[94]) welches mit grosser Präcision arbeitet, und

[93]) Serlo, v. Rohr, Engelhardt a. a. O. S. 72.

[94]) M. Nöggerath a. a. O. Bd. 11. B. S. 1.

durch welches die Kosten des Signalisirens sehr verringert worden sind, da es früher durch 3 Arbeiter von Station zu Station mittelst Drahtzügen vermittelt wurde. In den Maschinenstuben befinden sich Schlagwerke, zu denen der elektrische Draht führt; in demselben wird ein continuirlicher Strom hervorgerufen, in welchen von (100 zu 100 Lachter) 200 zu 200 Meter Auslösevorrichtungen eingeschaltet sind, welche durch einen zweiten Draht von dem Zugführer an jeder beliebigen Stelle in Thätigkeit gesetzt werden können, so dass der Strom unterbrochen wird und das Läutewerk so oft anschlägt, als der Draht gezogen wird. Bei einer anderen Förderstrecke daselbst hat man den Draht, welcher den Strom leitet, zugleich als Auslösedraht benutzt und dadurch die Vorrichtung wesentlich vereinfacht. Auch auf der Königsgrube in Oberschlesien ist eine elektrische Signalleitung bei der Seilförderung zur Anwendung gelangt.

Die Kosten der maschinellen Seilförderung in horizontalen oder schwach geneigten Strecken sind, wie in den mehrfach angezogenen Beschreibungen nachgewiesen ist, wesentlich geringer, als die mittelst lebender Motoren und sinken je nach der Förderlänge und dem Förderquantum an einzelnen Stellen um mehr als 50 Procent.[95])

Die Anwendung der maschinellen Streckenförderung breitet sich immer mehr aus, namentlich auf den Saarbrücker Gruben, wo man auf den Gruben Gerhard Prinz Wilhelm, Reden und von der Heydt neun derartige Einrichtungen getroffen hat, so auch in Oberschlesien, wo auf den Gruben Florentine bei Beuthen und Paulus bei Morgenroth[96]) in neuerer Zeit Seilförderungen eingeführt sind; auch in der Provinz Sachsen ist auf der Braunkohlengrube Wilhelm Adolf bei Lebendorf eine solche Förderung eingebaut worden.[97]) Grösstentheils hat man Vorder- und Hinterseil angewendet, in selteneren Fällen Seil ohne Ende, wie bei der 1865 auf der Grube Gerhard Prinz Wilhelm und auf der Grube Wilhelm Adolf hergestellten Förderung. Die Vorrichtung, welche 1867 auf dem Veltheimstolln der Grube Gerhard Prinz Wilhelm eingebaut wurde, zeichnet sich durch ihre Länge aus, welche 3348 Meter beträgt, so dass das Vorder- und Hinterseil 8370 Meter lang ist. Bei dieser Förderungseinrichtung benutzte man eine vorhandene Maschine, bei welcher Kammradübertragung nicht anzubringen war, so dass man Riemenübertragung anwendete; dieselbe bewährte sich aber nicht, so dass man dieselbe abwarf und die Uebertragung durch eine Laschenkette bewirkte, deren Glieder, aus Stahl gefertigt, eine Länge von 26 Centimeter haben. Auf den Riemenscheiben sind nunmehr schmiedeeiserne Zähne angebracht, welche in die Glieder

[95]) Franz Rziha: Betriebskosten der Seilförderung in Berg- u. hüttenm. Zeitg. von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1864. S. 289. — Nasse: Betriebs- u. Förderkosten der horizontalen Seilförderungsanlagen auf den Gruben bei Saarbrücken in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 19. B. S. 112.

[96]) „Glückauf". Essen 1871. No. 12.

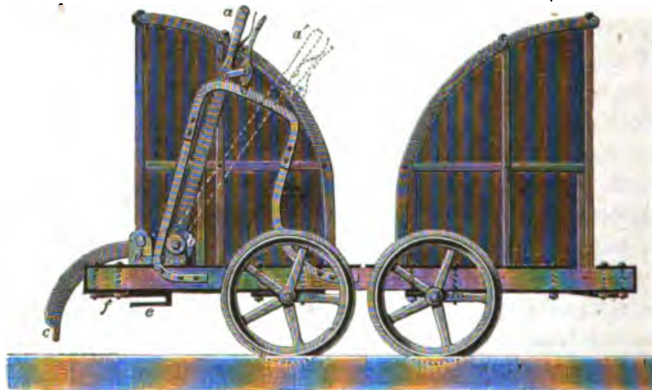
[97]) Hauchecorne a. a. O. — „Der Berggeist". Köln 1871. S. 5.

der Kette eingreifen. — Bei den Anlagen auf den Saarbrücker Gruben hat man es als bewährt befunden, das Hinterseil nicht an der Firste, sondern besser neben dem Vorderseil am Stosse zu führen, weil die Führungsrollen leichter und sicherer zu befestigen sind und dadurch die Stabilität der Führungsvorrichtungen vergrössert wird.

Eine bemerkenswerthe Anwendung der Seilförderung hat man auf der Grube von der Heydt bei Saarbrücken gemacht, wo man die oben beschriebene Vorrichtung benutzte, um den am Stollnmundloch angelangten Wagenzug sogleich mit der Maschine nach der Ladebühne zu fördern. Bei der in Rede stehenden Einrichtung hat man Seil und Gegenseil in Anwendung, welche von einer vor dem Stollnmundloch stehenden und von einer am Ende des Stollns aufgestellten Maschine gezogen werden, jene bewegt den vollen, diese den leeren Zug. Das Seil wird vom Stollnmundloche aus über kleine Rollen bis zur Ladebühne geführt und geht hier über eine horizontale Scheibe von 1,569 Meter Durchmesser, von welcher aus das Seil als Hinterseil in der Sohle bis zur Maschine fortgesetzt ist; hier passirt es zwei stehende Seilscheiben, von welchen die eine das Seil auf die Sohle niederdrückt, die zweite dasselbe überlaufend aufnimmt und über die Maschine hinweg auf den Seilkorb führt.

Der auf dieser Grube angewendete Seilführungswagen, welcher am Anfang und Ende jedes Zuges läuft und den Zugführer aufnimmt, hat die in Fig. 327 angegebene Construction. An dem hinteren

Fig. 327.




Theile des Wagens befindet sich der um die Achse b drehbare Winkelhebel abc, dessen oberer Arm in einen Griff a, dessen unterer in eine Klaue c ausläuft. An dem letzteren ist ein in einem Charnier beweglicher, senkrecht stehender Stift d befestigt, welcher sich bei der Hin- und Herbewegung des Hebels in der bei e in zwei Enden auslaufenden und daselbst durchlochten Zugstange des Wagens auf- und abbewegt. Wird der Wagen hinten am Zuge geführt, so ist der Hebel in der Stellung a, der End-

haken des Seils wird bei e um den Stift d gelegt, das Seil selbst unter die in dem tiefsten Stande befindliche Klaue c gebracht und so bei der Fahrt das Einlegen des Seils in die schiefstehenden Rollen bewerkstelligt. Bei der Einfahrt des leeren Zuges bringt der Zugführer an der Stelle, wo die Verbindung des Seils mit dem Wagen gelöst werden soll, den Winkelhebel aus der Stellung a in die Stellung a′, wodurch nicht nur die Klaue c, sondern auch der Stift d gehoben wird, so dass der Endhaken des Seils frei wird und dasselbe sich von dem Seilführungswagen loslöst. Wenn der Wagen sich am Kopfe des Zuges befindet, so wird der Hebel während dessen Bewegung in der Stellung a′ erhalten und der Endhaken des Vorderseils wird an der in der Oese f auslaufenden Zugstange befestigt. Dabei steht die Klaue c hoch und kann an den Seilrollen nicht anstossen, sie drückt dann auch das Seil nicht nieder, wodurch das Ausspringen desselben aus den Rollen nur befördert werden würde.

Auf der Königsgrube in Oberschlesien hat man von einer Grundstrecke einen (53 Lachter) 111 Meter langen 11 Grad ansteigenden Querschlag getrieben und denselben noch (120 Lachter) 251 Meter söhlig fortgesetzt. Die starke hier umgehende Förderung bedingte, dass man den ansteigenden Querschlag hinab gleichzeitig mehre, in der Regel 4 gefüllte Wagen, jeden zu 10 Centner Ladung, hinabförderte und ebenso viele leere Wagen gleichzeitig aufzog. Die grosse hierdurch erzielte, überschüssige Kraft benutzte man, um in dem söhligen Querschlag eine Seilförderung herzustellen. Auf der 785 Millimeter starken Bremswelle, auf welcher das Seil für den Bremsberg (steigender Querschlag) aufliegt, ist ein 1,569 Meter im Durchmesser haltender Seilkorb aufgebracht, um welchen zur Verhinderung des Gleitens das Seil mehre Male herumgeschlungen ist; dasselbe wird an der Firste über Leitrollen bis ans Ende des söhligen Querschlags, hier über eine stehende Scheibe von 1,569 Meter Durchmesser und von dieser zur Sohle des Querschlags geführt, auf welcher es über Leitrollen bis zum Bremsberge zurückkehrt. In das Seil wird der beladene, beziehungsweise leere Wagenzug eingeschaltet. Da die Stelle, wo der Bremshaspel steht, die ganze Länge des Querschlags wie 1 : 2 theilt, so haben die Umfänge der Bremswelle und der Seiltrommel in gleichem Verhältniss angeordnet werden müssen. Da ausserdem zwei den Bremsberg hinabgehende volle Züge dazu gehören, um einen beladenen Zug in einem söhligen Querschlag vorwärts und einen leeren wieder zurückzubringen, so müssen im söhligen Querschlag jedes Mal doppelt so viele Wagen in den Zug eingeschaltet werden, als im Bremsberge hinabgehen, um für diesen immer zwei Ladungen zum Anschlage zu bringen. Es werden durch diese Einrichtung in dem söhligen Querschlage täglich 6 Förderleute erspart.

### *d.* Locomotiven.

Die Locomotive ist im Allgemeinen für die unterirdische Förderung nicht anwendbar zu halten, weil sie sehr hohe Förderstrecken erfordert

und zur Beseitigung des Wasserdampfes und Rauchs besondere Wettervorrichtungen nothwendig macht. Ein Versuch ist angestellt worden auf dem Burbachstolln der Grube von der Heydt bei Saarbrücken, welchem zum Zweck der Locomotivförderung entsprechend grosse Dimensionen gegeben sind; die Abhängigkeit vom Wetterzuge hat aber nicht zur Fortsetzung des Versuchs aufgemuntert, und man hat statt der Locomotivförderung schliesslich eine Seilförderung in den Stolln gelegt.

Die Aufgabe würde vielleicht zu lösen sein durch Locomotiven mit Condensation, wie sie auf der Londoner unterirdischen Bahn benutzt werden; aber auch dann wird diese Fördermethode eine Ausnahme bleiben.

Ueber Tage wird auch auf den Gruben die Locomotivförderung nicht selten benützt, in grossem Massstabe auf der Grube Gerhard bei Saarbrücken, wo schmalspurige Locomotiven von ($27^3/_4$ Zoll) 73 Centimeter Spur Züge von 44 Grubenwagen von dem Schachte in einem Gefälle von $^1/_{70}$ zur Verladung auf der grossen Eisenbahn, sowie zur Saar und zum Kanal (1800 Lachter) 3766 Meter und in neuerer Zeit noch auf grössere Entfernungen weit ziehen.[98])

*e.* **Navigationsförderung.**

Die Förderung zu Wasser ist ausserordentlich zurückgetreten, seit insbesondere auf den Steinkohlengruben das Bedürfniss grosser Massenförderungen auftrat, und seit die Gruben- und Tageseisenbahnen vervollkommnet sind. Ausserordentlich grossartig waren die im Jahre 1766 zuerst begonnenen derartigen Anlagen bei den Worsley-Gruben in der Nähe von Manchester, unmittelbar anschliessend an den nach der Stadt führenden Kanal.[99]) Ferner fand früher Schifffahrt statt im Stolln der Fuchsgrube bei Waldenburg, im Hauptschlüsselerbstolln bei Zabrze[100]) in unmittelbarem Anschluss an den Klodnitzkanal; jetzt findet sie sich noch auf der tiefen Wasserstrecke am Oberharze zum Transportiren der Erze.

Diese Fördermethode erfordert tiefe Wasserseigen oder die Möglichkeit, durch Schützen, Schleusen, Dämme die Wasser aufspannen zu können; am besten eignen sich daher Stolln, doch ist die Anlage am Oberharze im Tiefbau hergestellt. Jedenfalls sind grosse Dimensionen nothwendig, z. B. bei Zabrze hat man (120 Zoll) 3,139 Meter Höhe, (66 Zoll) 1,726 Meter Weite im Stolln.

Die Kähne müssen viel fassen können, ohne tief einzusinken, sie erhalten daher flachen Boden, womit freilich eine grosse Geschwindigkeit

---

98) Zeitschrift f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 10. A. S. 210. — Schoenemann: Ergebnisse des Betriebes mit kleinen Locomotiven in Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure Bd. 12. S. 639.

99) Ponson t. III. pag. 89.

100) Heinzmann: Vergleichung der Navigationsförderung mit Pferdeförderung in Dr. Karsten Archiv 1821. Bd. 4. S. 149.

nicht zu erreichen ist. Vorn und hinten sind sie zugespitzt entweder, wie am Harz, mit senkrechter Kante, oder, wie früher in Schlesien, mit leicht geneigter Kante. Die Kähne sind entweder aus Holz oder, wie in England, aus Eisenblech gefertigt, erhalten dann aber an den Aussenflächen einen Belag von Holzschienen, weil sich durch das Anstreifen an die Streckenstösse das Eisen leicht abnutzen würde. Der Fassungsraum wird durch grosse Länge bei mässiger Breite von (3 bis $4^1/_2$ Fuss) 0,942 bis 1,412 Meter erzeugt, wobei man die Schiffsbreite zu der des Wasserspiegels im Verhältniss von 2:3, besser von 1:2 nimmt; die Einsenkungstiefe beträgt (21 bis 24 Zoll) 0,549 bis 0,628 Meter bei (40 bis 60 Zoll) 1,046 bis 1,569 Meter Wasserseige, wovon man die untern (10 Zoll) 0,262 Meter als verschlämmt rechnet. Die Harzer Boote sind ($26^1/_2$ Fuss) 8,317 Meter lang, vorn und hinten mit ($3^3/_4$ Fuss) 1,177 Meter langen Zuschärfungen, also überhaupt (34 Fuss) 10,671 Meter lang, dabei ($4^3/_4$ Fuss) 1,491 Meter breit, (2 Fuss 10 Zoll) 0,889 Meter tief; sie laden etwa 20 Tonnen oder 100 Centner Erz, oft noch mehr bis 150 Centner, wobei (10 bis 12 Zoll) 0,262 bis 0,314 Meter Bord verbleibt.

Die früheren oberschlesischen Boote wurden immer zu zwei an einander gehängt, von denen jedes 21 Kasten zu 5 Scheffel Kohlen aufnahm, so dass jedes Mal 210 Scheffel befördert wurden.

Der Wasserweg muss gerade und hinreichend breit, auch mit Ausweichungen versehen sein, deren man im Hauptschlüsselerbstolln auf (900 Lachter) 1880 Meter Länge 5, jede von 3 Bootlängen, hatte. Die Wasserstrecke muss in festem Gestein stehen oder ausgemauert sein. Geringe Höhe der Strecke schadet zwar, lässt sich aber passiren, wenn der Bootführer sich niederlegt und mit den Füssen gegen die Firste stemmt; gewöhnlich stemmt er sich mit der Ruderstange gegen die Stösse oder die Firste, oder zieht sich an Pflöcken, welche, wie in Oberschlesien, in die Stösse eingedübbelt sind, vorwärts; am Oberharze ist zu diesem Zweck an der Firste entlang ein Seil gespannt, an welchem sich der Bootführer fortzieht.

Effect. In Oberschlesien förderte früher 1 Mann in der 12stündigen Arbeitsschicht auf (900 Lachter) 1880 Meter Länge zweimal 2 Boote voll und leer zurück, bei einer Geschwindigkeit von (9 Lachter) 18,831 Meter in der Minute mit den leeren und von ($4^1/_2$ Lachter) 9,415 Meter mit den vollen Booten, der Aufenthalt in den Ausweichungen betrug jedes Mal 20 Minuten, beim Ein- und Ausladen 10 Minuten. — Am Harz bringt auf (1937 Lachter) 4050 Meter Länge 1 Mann 1 Boot gefüllt her und leer zurück in $8^1/_2$ Stunden bei ($5^1/_2$ Lachter) 11,508 Meter Geschwindigkeit in der Minute mit dem vollen Boot und (11 Lachter) 23,016 Meter mit dem leeren.

Diese Fördermethode ist nur sehr ausnahmsweise anwendbar, jedenfalls nur bei nicht zu geringen Längen, bei zwar reichlichen, aber nicht zu grossen Fördermassen, da sich die Geschwindigkeit nicht steigern lässt, also nur durch die gleichzeitige Beförderung von mehr Booten geholfen

werden könnte. Für unterhalb der Wasserstrecke gelegene Baue ist das Anspannen der Wasser nicht gut, weil die Gefahr des Ersaufens hervorgerufen wird; ausserdem werden die Wetter durch das Stagniren der Wasser leicht verdorben.

In den Kalksteinbrüchen bei Rüdersdorf führen die Kanäle unmittelbar bis zu den Gewinnungspunkten, so dass der gebrochene Kalkstein direct in die Kähne verladen werden kann; aber auch hier wird eine Verbindung mit der Eisenbahn hergestellt, so dass ein namhafter Theil der gewonnenen Producte der Kanalverfrachtung entzogen werden wird.

## B. Förderung abwärts unter Einwirkung der Schwere.

### I. Rolllochförderung.

Die Förderung durch Rolllöcher ist die einfachste Gestalt dieser Förderungsart und kommt vor in Verbindung mit der früher Bd. I. S. 369 besprochenen Abbaumethode. Sie besteht darin, dass die gewonnenen Massen auf einer höheren Sohle in eine nach dem Fallen der Lagerstätte in dieser aufgefahrenen Strecke abgestürzt werden und durch ihr eigenes Gewicht zu einer tieferen Sohle hinunter rollen, wo sie besonders verladen und weiter befördert werden. Man hat offene Rollen, so dass die Massen unten entweder in ein untergestelltes Fördergefäss oder unmittelbar in die untere Strecke rollen, wo sie dann erst in die Fördergefässe eingeladen werden müssen; oder die Rollen sind geschlossen, wie dies Bd. I. S. 370 bereits näher erörtert ist, und werden nur geöffnet, wenn ein untergefahrenes Fördergefäss gefüllt werden soll. Die geschlossenen Rollen sind daher zum Füllen bequemer und haben ausserdem den Vorzug, dass, da die Massen nicht plötzlich durch die ganze Rolle stürzen, die Stücke nicht zu sehr zerkleinert werden. Durch diese Zerkleinerung, die auch in gewissem Masse bei geschlossenen Rollen immerhin eintritt, ist die Anwendung dieser Methode für Fossilien, deren Stücke grossen Werth haben, unwirthschaftlich, so dass sie beim Steinkohlenbergbau immer mehr verschwindet. In Lagerstätten, welche unter 30 Grad fallen, wendet man die Rollen überhaupt nicht an, weil die Massen dann nicht mehr selbstthätig rutschen.

Für den Erzbergbau wird vorgeschlagen, derartige Rollen aus eisernen Röhren innerhalb des Bergeversatzes, beispielsweise beim Firstenbau, aufzubauen; allerdings würde dadurch die Fördermasse reiner erhalten werden, auch würde man den Einsturz der Rollen, welche bei solchem Bau meistentheils im Bergeversatz nur ausgespart werden, vermeiden.[101])

### II. Bremsbergförderung.

Unter Tage finden sich die Bremsberge hauptsächlich auf Steinkohlengruben angewendet, jedoch auch auf Braunkohlengruben z. B. bei Leoben,

[101]) Berg- u. hüttenm. Zeitg. von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1871. S. 329.

auf den mansfeldischen Kupferschiefergruben u. a. m.; über Tage findet man sie sehr häufig und oft auf grosse Längen, wie auf der Spatheisensteingrube am Erzberge bei Eisenerz, auf Bleierz- und Blendegruben bei Ramsbeck.

Unter Tage sind sie ausschliesslich in plattenförmigen Lagerstätten angewendet und finden ihre Stelle in der Lagerstätte selbst; ausserdem kommen aber auch Bremsschächte im Gestein vor, welche zum Zwecke der Ausrichtung, geneigt oder seiger, getrieben sind oder eine Abkürzung der Förderwege bezwecken können.

Ein Maximum der Neigung für die Bremsberge ist nicht vorhanden, das Minimum ist abhängig von der Höhe, von der Reibung der Bremsmaschine, von der Grösse der Last, von der Beschaffenheit der Förderbahn. Wo aus Veranlassung der Abbauverhältnisse nur ein Wagen abwärts geht, erscheint für Schienenleitung 8 bis 10 Grad, für Holzleitung 15 bis 16 Grad als die geringste zulässige Neigung; wo indess ganze Wagenzüge niedergehen, liegt die Minimalgränze tiefer; so nimmt man in England, wo 24 bis 26 Wagen mit 175 Center Ladung und 325 Centner Gesammtgewicht abgebremst werden, als unterste Gränze der Neigung $^1/_{30}$ d. h. 1 Grad 50 Minuten an.[102])

Die Vorrichtungen zum Mässigen der Bewegung sind Bremsen oder Flügelregulatoren.

Fig. 328.

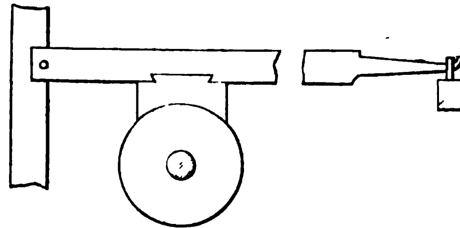


Fig. 329.

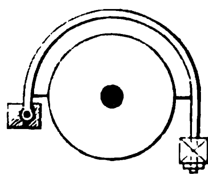
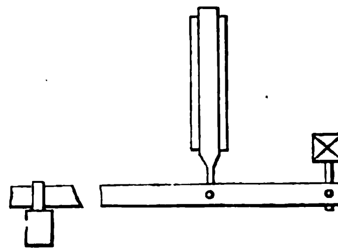


Fig. 330.



*a.* Die Bremsen wirken gewöhnlich an besonderen Bremsscheiben aus Holz, auch aus Gusseisen, selten direct am Umgang der Bremsmaschine. In Anwendung stehen Bremsen verschiedener Construction.

[102]) Serlo, v. Rohr, Engelhardt a. a. O. S. 60.

1. Die **Backenbremse** besteht aus Holz, indem ausgekehlte Hölzer gegen die Scheibe gedrückt werden. Die einfachste Gestalt ist einseitig, Fig. 328, Fig. 329 und 330, bei welcher also nur ein Holz sich an die Scheibe andrückt, hierdurch wird aber der Druck unvortheilhaft auf den Zapfen übertragen, weshalb man besser zweiseitige Backenbremsen anwendet, Fig. 331 und 332, welche die Bremsscheibe wie in einer Zange fassen. Beide Bremsbacken werden zugleich durch ein Hebelwerk gestellt.

Fig. 331.

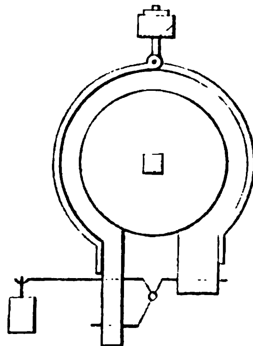


Fig. 332.

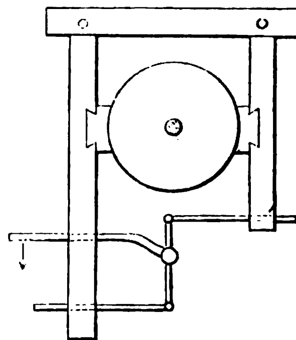


Fig. 333.

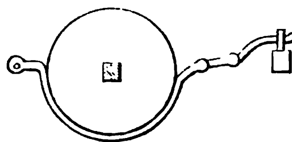


Fig. 334.

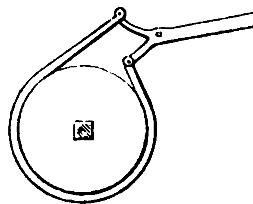
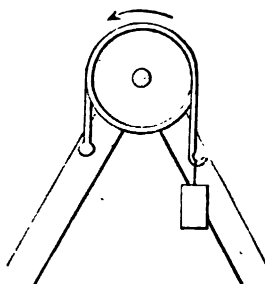


Fig. 335.



2. Die **Bandbremse** ist gewissermassen eine Gliederbremse mit unendlich vielen Gliedern, sie wird entweder als um die Peripherie der Scheibe gelegtes Band, oder, weil dieses bei grösserem Durchmesser leicht gleitet, ehe es bremst, auch zweitheilig gebraucht. Der Querschnitt des

Bandes muss im Verhältniss zu der bremsenden Kraft stehen, man macht aber die Dicke nicht grösser, als (¼) 7 bis höchstens (½ Zoll) 13 Millimeter und vermehrt lieber die Breite. Fig. 333, 334, 335 einseitige, Fig. 336, 337 zweiseitige Bänder.

Fig. 336.

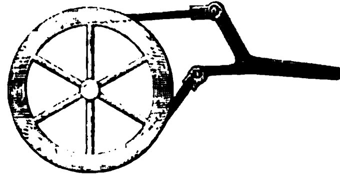
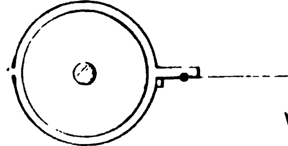


Fig. 337.



3. Etwas der vorigen Analoges ist die Drahtbremse, welche man bei kleinen Bremsvorrichtungen in schwebenden Abbaustrecken findet, wo sie schnell versetzt und deshalb einfach sein müssen. Die eigentliche Bremse besteht aus Hanfseil oder aus mehren Ringen Drahtseil mit angehängtem Gewicht.

Als Grundsatz gilt bei allen diesen Bremsen, dass sie durch ein angehängtes Gewicht geschlossen gehalten werden und nur durch den Fördermann nach Bedürfniss gelüftet werden, ganz verwerflich ist es, diesem das Andrücken, also den Schluss der Bremse, zu überlassen.

Auf den Gruben in Westfalen wendet man bei einer 9 bis 12 Grad betragenden Flötzneigung die früher schon auf den Saarbrücker Gruben gebräuchlichen liegenden Bremsscheiben an.[103]) Es sind dies 16 Centimeter starke, runde Holzscheiben, welche an der Peripherie zur Aufnahme des Seils ausgekehlt sind und in der Ebene des Flötzes liegen; ihr Durchmesser ist gleich der Entfernung der beiden Wagengeleise von Mitte zu Mitte. Die vertikalen Achsenzapfen der Scheibe spielen in zwei starken horizontalen Hölzern, welche an ihren Enden in zwei gegen das Flötzfallen rechtwinkelig ins Hangende und Liegende eingebühnte Stempel eingezapft sind. Diese Bremsscheiben sind billig und empfehlen sich durch ihre leichte Aufstellbarkeit.

Um die Bremsmaschine leicht versetzen zu können, hat man auf der Steinkohlengrube ver. Henriette bei Dortmund folgende Einrichtung getroffen.[104]) Die Achse besteht aus zwei 1,569 Meter langen quadratischen, 52 Millimeter starken Eisenstangen, deren jede eine den beiden Förderabtheilungen des 3,138 Meter breiten Bremsschachtes entsprechend lange Seiltrommel von 26 Centimeter Durchmesser trägt. An den oberen Stempeln der 4 Stempelreihen, von denen je zwei den Abschluss der beiden Fördertrümer bilden, sind schmiedeeiserne Halblager zur Einlegung der Achse befestigt, welche an den Stellen, wo sie in die Lager zu liegen

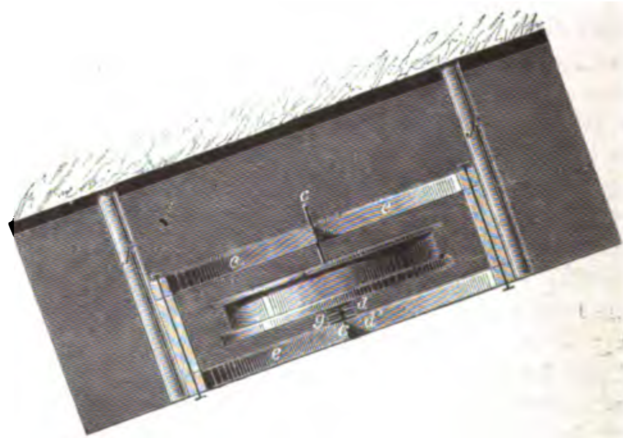
---

103) Hauchecorne a. a. O. S. 76.
104) Ebenda.

kommt, auf 78 Millimeter Länge abgedreht ist. Die Verbindung der beiden Eisenstangen zu einer Achse erfolgt durch eine 31 Centimeter lange, cylinderische Muffe von 31 Centimeter Durchmesser, welche eine den quadratischen Achsen entsprechende gusseiserne Büchse enthält und in der Mitte zwischen den beiden Bremsschachtrümern liegt. Dieselbe dient zugleich als Bremsscheibe; das Bremsband greift gabelförmig über diese Bremsscheibe und fasst etwa 2 Meter unterhalb derselben den einarmigen, $2\frac{1}{2}$ Meter langen Bremshebel vermittelst eines Bolzens zwischen sich. Der Hebel wird mit einem Ende an einen Stempel befestigt und ragt mit dem andern in das Anschlagsort hinein. Will man die Bremse versetzen, so löst man das Bremsband vom Hebel, schiebt den Kuppelungscylinder bei Seite, hebt jedes Achsenstück für sich mit der Seiltrommel aus dem Lager und bringt sie an die neue Gebrauchsstelle, wo die Lager bereits vorhanden sind, wickelt die Seile ab, beziehungsweise auf, kuppelt die beiden Achsentheile wieder, legt das Bremsband und den Bremshebel an und hat die Einrichtung von Neuem fertig gestellt, was, da kein Theil das Gewicht von 50 Kilogramm übersteigt, durch zwei Arbeiter leicht und schnell zu bewirken ist.

Auf den Gruben bei Mährisch-Ostrau hat man für flach bis zu 30 Grad fallende Bremsberge eine sehr einfache Vorrichtung.[105] Dieselbe besteht aus einer Scheibe a aus hartem Holz (Fig. 338, 339), welche

Fig. 338.

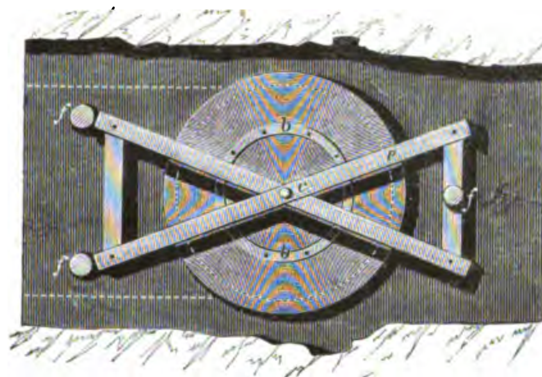


aus 3 Theilen zusammengesetzt ist; der innere Theil hat einen Durchmesser von 0,811 Meter und eine Stärke von 78 Millimeter, die beiden äussern haben einen Durchmesser von 0,942 Meter und eine Stärke von 26,

[105]) Berg- u. hüttenm. Jahrb. der k. k. Bergakademie zu Přibram und Leoben und der k. ungar. Bergakademie zu Schemnitz für das Jahr 1869/70. Prag 1872. S. 182. — Berg- u. hüttenm. Zeitung v. Kerl u. Wimmer. Leipzig 1872.

beziehungsweise 52 Millimeter, so dass eine 78 Millimeter tiefe Nut zur Aufnahme der Bremskette gebildet ist; sie sind mit hölzernen Nägeln zusammengefügt und beiderseits mittelst des eisernen Ringes b gebunden.

Fig. 339.



Der 52 Millimeter starke eiserne Zapfen c geht durch die Scheibe hindurch und ist in derselben verkeilt. Die so armirte Scheibe ruht in einem Kreuze e aus weichem Holze und ist in derselben drehbar. Damit die Drehung erleichtert werde, wird zwischen den Blechbeschlägen an Scheibe und Kreuz d und d′ ein 26 Millimeter hoher und 78 Millimeter im Durchmesser haltender Eisenring g eingesetzt, auf dem die ganze Scheibe ruht und sich dreht. Die Bremsscheibe wird parallel dem Fallen des Bremsberges gelegt, jedoch so hoch über der Sohle, dass die an der Scheibe herabhängende Kette gerade den Ring des abzubremsenden Wagens trifft. Hat die Scheibe ihre richtige Lage erhalten, so erfolgt deren Abspreizung mittelst der drei Stempel f. Die Bremskette wird nur einmal umgelegt, weil die Reibung derselben auf der Nut der Scheibe hinreichend gross genug ist, um ein Abgleiten zu vermeiden; die Kette ist aus 9 Millimeter starkem Rundeisen gefertigt. Die Höhe des Bremsberges darf nicht grösser als 120 Meter sein, weil alsdann die auf der Sohle herabhängende Kette — (was durch Rollen zu vermeiden wäre!) — so viel Reibung verursacht, dass der Wagen sich nicht mehr bewegt. Das Bremsen erfolgt durch ein 1 bis 1,25 Meter langes, einfaches Holzstück, welches zwischen Scheibe und Kreuz eingesetzt und mehr oder weniger angezogen wird. Diese sehr einfache, aber wenig sichere Vorrichtung wird beim Aufrücken des Bremsberges, sobald er eine Schienenlänge erlängt ist, ohne Weiteres und mit Leichtigkeit mit hinaufgenommen, da die Arbeit zur Wegnahme und Wiederaufstellung kaum eine halbe Schicht Zeit erfordert.

*b.* **Regulatoren** haben eine Flügelwelle, welche sich bei Bewegung der Maschine in einem Behälter mit Wasser oder Luft dreht und durch den dort findenden Widerstand das Bremsen bewirkt.

1. Als Wasserrad findet sich die Einrichtung über Tage am Erzberg bei Eisenerz,[106]) wo die Welle senkrecht steht und 4 Flügel trägt, welche (15 Zoll) 39 Centimeter hoch, (21 Zoll) 55 Centimeter lang sind und (24 Zoll) 63 Centimeter von der Achse entfernt angebracht werden. Die Last beträgt 16 Centner, wobei in der Sekunde das Bremswerk 0,7 Umdrehungen macht.

2. Als Windrad ist die Vorrichtung von Baumgartel bei der Erzförderung im Lölling angewendet, wo der Bremsberg (140 Klafter) 265 Meter lang ist, $21^3/_4$ Grad Neigung hat und 33 Centner Ladung transportirt werden. Zwei Flügel von (4 Fuss 10 Zoll) 1,517 Meter Länge, (3 Fuss 2 Zoll) 0,994 Meter Breite werden von der Bremswelle aus durch Zahnradvorgelege bewegt und machen im Sommer 100, im Winter einige 80 Umdrehungen in der Minute.[107])

Bei Bremsbergförderung wird man stets Wagen benutzen, was aber ohne Gestell nur bei Neigungen nicht über 15 bis 20 Grad möglich ist, wo auch die Gränze zum Abbremsen ganzer Züge ist. Bei grösserer Neigung muss man die Wagen auf ein Gestell bringen, welches möglichst einfach zu halten ist, am besten nimmt man ein Gerippe aus Eisenstangen oder macht auch die Gestellbäume aus Holz, Fig. 340 und 341; zuweilen

Fig. 340.

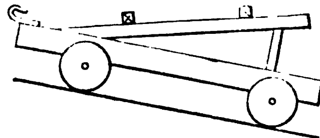
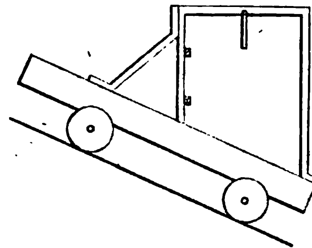


Fig. 341.



giebt man, wie in Saarbrücken, dem Gestell verschieden hohe Räder. Fig. 342. Nur bei geringen Neigungen wird es möglich, etwa zwei Wagen auf dasselbe Gestell zu setzen. Gestelle ohne Räder kommen bei sehr starken Neigungen vor, sind aber nicht nöthig, wenn die Bremse kräftig genug ist. In seigeren Bremsschächten sind die Gestelle ähnlich wie in gewöhnlichen Förderschächten zu construiren.

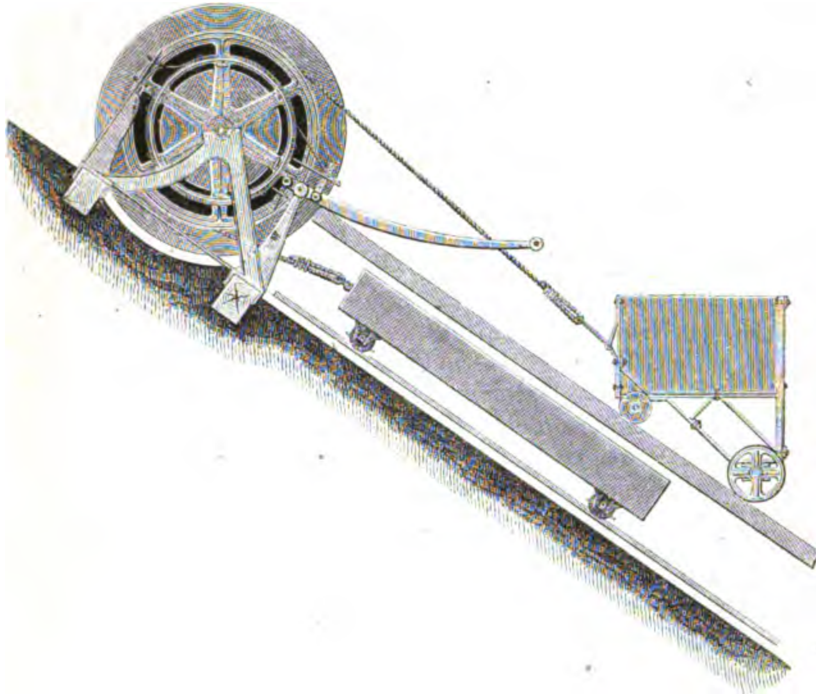
Wenn ohne Gestell gefördert wird, so benutzt man das in den übrigen Bauen vorhandene Gestänge; die Spurweite, beziehungsweise die Wagenbreite ist alsdann bestimmend für die Wahl der Dimensionen der Bremsberge; wird mit Gestell gefördert, so ist für die Dimensionen des Bremsberges die Länge der Wagen massgebend, da der Wagen auf dem Gestell

[106]) Tunner: der steiermärkische Erzberg in dessen berg- u. hüttenm. Jahrb. Bd. 1. S. 110.

[107]) Tunner ebenda S. 113.

der Länge nach lang in der Breitenrichtung des Bremsberges steht. Die Gestelle lässt man am besten auf englischem Gestänge laufen, auch wenn sonst ein anderes in der Grube gebräuchlich ist; bei Schlittengestellen wendet man eine Art von deutschem Gestänge an; in seigeren Bremsschächten muss man Tonnenfach, wie in Schächten anbringen.

Fig. 342.



Um bei geringer Flötzmächtigkeit und nicht genügender Standhaftigkeit des Nebengesteins und damit verbundenem steilen Flötzfallen die Gestellwagen zu erübrigen und die Breite und Höhe des Bremsschachtes in möglichst geringen Dimensionen fassen zu können, hat man auf einigen westfälischen Gruben Gleitbremsen eingerichtet.[108]) Es sind dies oben offene, hölzerne Kasten von dem Rauminhalt eines Förderwagens, welche auf der Sohle und an den Stössen des Bremsschachttrumes auf, beziehungsweise an buchenen Latten gleiten. Man hat dieselben sowohl in zweitrümigen, wie in eintrümigen Bremsbergen mit Gegengewicht. Sie haben den Nachtheil, dass sie eine Umförderung nothwendig machen, indem sie am Anschlagspunkte aus den von den Abbauörtern kommenden Fördergefässen gefüllt und an dem Fusse des Bremsberges wieder in Förderwagen entleert werden müssen, zu welchem Zweck die Kasten vorn mit einer

---

[108]) Hauchecorne a. a. O. S. 76.

durch Vorreiberverschluss verschliessbaren Klappe versehen sind. Auch bei der beschriebenen Bremsvorrichtung der Grube ver. Henriette hat man solche Gleitkasten, welche 0,314 Meter hoch, 0,941 Meter breit und 2,092 Meter lang sind und aus 26 Millimeter starken Brettern zusammengesetzt sind, welche zur Verstärkung des Bodens noch buchene Gleitbretter erhalten. Die Gleitbahn besteht aus buchenen Brettern, welche am Stoss und auf der Sohle befestigt sind und im rechten Winkel an einanderstossen.

Die Führung des Seils oder der Kette erfolgt über Rollen, welche in die Sohle zwischen den Schienen gelegt werden; die Entfernung der Rollen von einander ist von der Neigung des Bremsberges abhängig, ihre Länge davon, wie weit sich das Seil beim Auf- und Abwickeln auf der Bremswelle seitlich hin- und herschiebt. Man nimmt sehr häufig Drahtseile, an manchen Orten sind Ketten beliebt, in England hat man (2 Zoll) 52 Millimeter dicke Hanfseile, weil sie auf den Scheiben weniger leicht gleiten.

Auf der Steinkohlengrube ver. Sellerbeck bei Mühlheim a. d. Ruhr hat man ein Bremswerk mit Wasseraufzug hergestellt, um Berge aus der tieferen Sohle zur oberen Behufs ihrer dortigen Versetzung zu fördern, während alle Wasser aus der unteren Sohle gehoben werden. Man führt in der oberen Sohle die Wasser in Lutten zu dem oberen Anschlageort des zweitrümigen Bremsberges, in dessen einem Trum der Wasserkasten, in dessen anderem Trum der Bergewagen auf einem Gestell läuft. Wenn der Wasserkasten gefüllt ist, so bewegt er sich abwärts und zieht den Bergewagen aufwärts. Am Fusse des Bremsberges entleert sich der Wasserkasten selbstthätig, während der mit Bergen gefüllte Wagen abgezogen und durch einen leeren ersetzt wird; jetzt ist das Gestell mit Wagen schwerer, als der Wasserkasten, so dass jenes abwärts, dieser aufwärts läuft usd das Spiel von Neuem beginnen kann.

Man hat zu unterscheiden:

*a.* doppelttrümige Bremsberge, in denen ein voller Wagen, beziehungsweise Zug abwärts geht und gleichzeitig ein leerer aufgezogen wird,

*b.* eintrümige Bremsberge, in denen durch ein Gegengewicht abwechselnd ein voller Wagen abwärts, ein leerer aufwärts gezogen wird.

Bei der Wahl wirkt bestimmend, ob der Weg eine unabänderliche flache Länge hat, oder ob sich noch Zwischenpunkte zum Anschlagen von Wagen finden, was am weitesten bei Bremsbergen geht, aus denen streichende Oerter zur Bildung von Pfeilern angesetzt sind.

### *a.* Doppelttrümige Bremsberge.

Bei Förderungen mit Gestell sind die doppelttrümigen Bremsberge kaum anders, als mit doppelter Spur herzustellen, höchstens ist bei geringeren Neigungen ein Auskunftsmittel zur Ersparung von Schienen zu gebrauchen; wenn mehrere Anschlagspunkte vorhanden sind, muss man

unbedingt doppelte Spur haben. Wenn dagegen die Förderlänge constant ist, also ein directes Abbremsen des Wagens oder des Zuges stattfindet, hat man entweder doppelte Spur oder, wie in England, drei Schienen mit doppelter Spur in der Mitte (meeting) oder, wie gleichfalls in England, in der oberen Hälfte einfache, in der unteren doppelte Spur mit selbstthätiger Weiche[109]) oder mit einem besonderen Weichensteller.

Die Bremsmaschine besteht entweder aus einer Scheibe, welche in der Ebene der Lagerstätte liegt, über Tage aber wohl eine horizontale Lage bekommt, oder aus einem Rundbaum, dessen Achse im Streichen der Lagerstätte liegt, statt dessen man über Tage wohl vertikale Wellen mit Seilkörben hat.

Die Scheibe für das Seil ist am besten aus Gusseisen gefertigt, oft mit der Bremsscheibe aus einem Stück; sie wird je nach der Localität in oberer Höhe des Bremsberges passend aufgestellt und verlagert, wobei man aber auf die Möglichkeit, die Wagen zu handhaben und Züge rangiren zu können, Rücksicht nehmen muss; zweckmässig ist es deshalb oben, so auch unten am Fusse des Bremsberges, ein Stück horizontaler Bahn zu schaffen.

Man richtet die Scheiben fast immer zur Verwendung von Rundseilen vor, an einzelnen Orten sind Ketten beliebt, in England hat man runde Hanfseile, welche mehr Reibung geben.

Man muss das Gleiten des Seils auf dem Umfange der Scheibe verhindern, wenn die relative Schwere der Last bedeutend ist, also wenn man bei flachem Fallen ganze Züge oder bei starkem Fallen Gestelle anwendet; dies geschieht durch Verschränken des Seils oder der Kette in Gestalt einer 8 über zwei Scheiben, wie auf der Grube Harton in England[110]) Fig. 343, oder durch mehrmaliges Umschlagen des Seils um eine Scheibe, was man auch wohl im ersten Falle thut, oder durch seitliche Anbringung zwei kleinerer Scheiben für jedes Seilende, Fig. 344, oder durch Benutzung von 2 gleich grossen Scheiben, um welche die Kette ohne Verschränkung gelegt, aber durch eine kleine Spannscheibe angepresst wird, wie auf ver. Charlotte in Westfalen, Fig. 345. Bei der Kette hat man ein einfacheres Mittel, das Gleiten zu verhindern, dadurch, dass man in der Kehle der Scheibe zweizinkige gabelförmige Dornen anbringt, welche die Kettenglieder von Aussen umfassen, wie im Bezirk von Waldenburg,[111]) wo auf Morgensterngrube solche Kette nach 3 Jahren noch gar nicht gelitten hatte; auf Redengrube bei Saarbrücken[111]) hat man bei ähnlich eingerichteten Scheiben zwei schon anderwärts benutzte Drahtseile von (18 zu 18 Zoll) 47 zu 47 Centimeter durch eiserne Spangen verbunden. Auch hat man zur Ausgleichung des Gewichts bei starker Neigung,

---

[109]) Herold a. a. O. Bd. 3. B. S. 41.
[110]) Serlo, v. Rohr, Engelhardt a. a. O. S. 60.
[111]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 8. A. S. 188.

wie auf Hasenwinkel bei Bochum, Ketten ohne Ende angewendet, welche im Tiefsten wieder über eine Scheibe gehen.

Fig. 343.

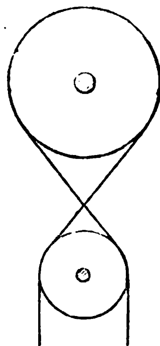


Fig. 344.

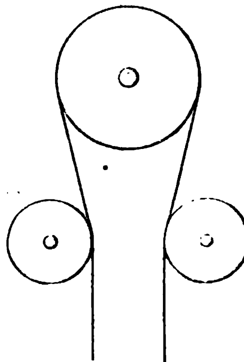
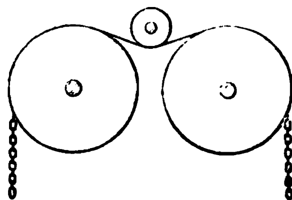


Fig. 345.



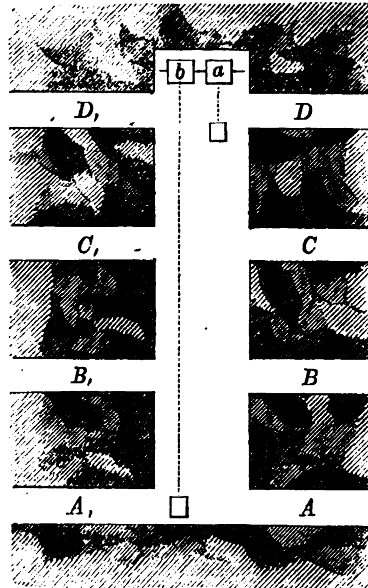
Das Fördern aus verschiedenen flachen Höhen bedingt eine entsprechende Veränderung in den Längenunterschieden der beiden Seiltrüme, wozu die Scheibe unanwendbar ist, wenn mit Gestelle gefördert wird, aber auch sonst ist dies nicht gebräuchlich; beim Niederlassen einzelner Wagen ist es möglich durch Ausschalten einzelner Seilstücke, was aber nur beim Vorhandensein weniger Anschlagspunkte thunlich ist; ohne Einschränkung ist es statthaft, wenn man eine Kette ohne Ende anwendet und die Wagen mittelst Hilfsketten eingehakt werden.

Auch auf den Rundbäumen wendet man Rundseile oder Ketten an, welche sich neben einander aufwickeln; die Breite der Abtheilungen für jedes Seiltrum ist beschränkt durch die Spurweite des Wagens oder des Gestells, beziehungsweise durch die davon abhängige Breite der Bremsbergtrüme, auch durch den Umstand, dass das Seil verschiedene Lagen um die Mittellinie annimmt.

Man vermeidet gern das Doppeltauflaufen des Seils und bestimmt hiernach, da die Länge gegeben ist, den Durchmesser des Rundbaumes, zumal ein grosser Durchmesser für Drahtseile nur vortheilhaft ist. In der Regel sind Seiltrommeln zur Aufwickelung des Seils vorhanden, denen man einen grösseren Durchmesser geben kann, als den Rundbäumen, dieselben sitzen gewöhnlich auf derselben Welle, was über Tage bei stehen-

den Wellen stets der Fall ist. Dabei verlässt das eine Seil den Umfang der Trommel oben, das andere unten, ein Uebelstand, der sich bei grossem Durchmesser fühlbar macht, aber leicht durch Leitscheiben beseitigt werden kann. Bei constanter Förderhöhe sind beide Trommeln fest auf der Welle und haben die Bremsscheibe am besten zwischen sich; bei verschiedenen Anschlagspunkten macht man die eine Trommel beweglich, um die Seillängen ändern zu können, doch muss die Einrichtung zum Lösen und Feststellen einfach sein und darf nicht in einer complicirten Kuppelung bestehen, in diesem Falle liegt die Bremsscheibe fest oder ist mit der festen Trommel verbunden. Zum Bewegen der losen Trommel hat man wohl ein Zahnradvorgelege mit Kurbel an derselben angebracht, das Getriebe muss ausrückbar, wenigstens aber die Kurbel abnehmbar sein. Beim Anschlagen ist folgende Reihenfolge zu beobachten, Fig. 346, a ist die feste, b die bewegliche Trommel; man hat bisher von D nach A gefördert und will nun von C nach A fördern. Man löst die bewegliche Trommel, wenn an der festen Trommel ein voller Wagen bei D angeschlagen ist, derselbe wird bis C abgebremst, worauf die lose Trommel wieder gekuppelt wird; indem man nun bis A weiter abbremst, kommt der leere Wagen in die Strecke C′ zu stehen und kann dort mit einem vollen Wagen vertauscht werden; beim nächsten Abbremsen kommt der leere Wagen nach C. In ganz gleicher Weise gelangt man mit dem leeren Wagen nach B′. Wenn zuletzt von B gefördert ist, bleibt der volle Wagen zunächst bei A stehen und der leere wird von B′ nach D′ aufgewunden, nachdem b gelöst ist, so dass nunmehr wieder von der obersten Sohle gefördert werden kann. Dieser regelmässige Gang ist nur möglich bei gutem Ineinandergreifen der Förderung und wenn der letzte volle Wagen immer von der Seite der festen Trommel kommt. Wenn das letztere nicht der Fall ist und nach Lösung der beweglichen Trommel das Gewicht des leeren Wagens, wie gewöhnlich, nicht genügt, die feste Trommel in Drehung zu versetzen, so muss man auch für diese ein Vorgelege bereit haben, welches sein Getriebe auf derselben Achse, wie das für die lose Trommel haben kann. Wenn z. B. der volle Wagen von B′ nach A′ gegangen ist, so steht der leere bei B; löst man jetzt die lose Trommel, so wird derselbe nicht nach A gehen; wäre dies aber auch der

Fig. 346.



Fall, so hätte man jetzt zwei leere Wagen unten, wodurch nichts gewonnen wäre, man muss demnach den leeren Wagen von B nach D heben, was eben nur durch Lösung der sonst festen Rolle geschehen kann. Hierin, sowie in der Nothwendigkeit, entweder von beiden Seiten ganz gleichmässig zu fördern oder Massen von der einen Seite nach der anderen bringen zu müssen, liegt der Uebelstand dieser Einrichtung; das Hinüberschaffen der Massen geht zwar an bei flachem Fallen, wird aber häufig sehr schwierig bei starkem Fallen.

### *b.* Eintrümige Bremsberge.

Eintrümige Bremsberge kommen wohl nur unter Tage vor, wo sie in der Regel auch zur Vorrichtung dienen; sie werden entweder mit nebenliegendem oder mit unterhalb des Fördergefässes laufendem Gegengewicht eingerichtet. Bei der ersten Einrichtung kann nur von einer Seite angeschlagen werden, nur bei starkem Fallen und wenn das Seil des Gegengewichts den Rundbaum, beziehungsweise die Trommel unterhalb verlässt und daher nahe am Liegenden sich befindet, kann man allenfalls auch von dieser Seite her anschlagen. In welcher Weise dies auf der Steinkohlengrube Luise Tiefbau mit einem nebenlaufenden Gegengewicht ermöglicht ist, wurde oben Thl. I. S. 365 gezeigt. Soll in anderen Fällen von beiden Seiten her die Förderung zum Bremsberge geschafft werden, so muss man von der Gegengewichtsseite her Umbruchsörter nach der anderen Seite hin anlegen, was unzweckmässig ist, weil die Stabilität des Bremsberges verloren geht, weshalb man mit solchen Bremsbergen in der Regel nur einflügelig abbaut. Wenn das Gegengewicht unter dem Förderwagen läuft, ist das Anschlagen von beiden Seiten unbehindert. In Bezug auf das Anschlagen aus verschiedenen Sohlen sind beide Arten von Bremsbergen gleich vortheilhaft und unbeschränkt.

#### 1. Mit nebenlaufendem Gegengewicht.

Als Bremsmaschine dient der im Streichen aufgestellte Rundbaum mit zwei festen Seilfächern, wobei das Gegengewicht oft einen geringeren Hebelsarm, also Seilfach mit kleinerem Durchmesser erhält, um an Raum zu sparen und beim Reissen des Seils gesicherter zu sein, das Verhältniss der Seilfachdurchmesser ist dann etwa 2 : 3. Das **Gegengewicht** ist ein mit Gussstücken belasteter Wagen auf niedrigen Rädern mit schmaler Spur, welcher auf besonderem Gestänge läuft. Auf der Grube Neu-Herzkamp bei Sprockhövel hat man Gegengewichtskasten, welche oben mit Wasser gefüllt werden und nach Ankunft am Fusse des Bremsberges sich wieder entleeren.[112]) Vortheilhaft ist es auch hier, ein Vorgelege an den Rundbaum anzubringen, um den leeren Wagen, falls er zu hoch kommen sollte, an seine richtige Stelle bringen zu können. Die Manipulation ist

[112]) Zeitschrift f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 10. A. S. 207.

die, dass das Gegengewicht den leeren Wagen in die Höhe zieht und beim Abbremsen des vollen Wagens wieder in die Höhe läuft.

2. Mit unterlaufendem Gewicht.

Man kann als Maschine zwar den Rundbaum anwenden, zweckmässiger ist dem Prinzip nach eine Scheibe oder Rolle mit horizontaler Achse, in der Seigerebene stehend, von welcher oben das Seilende für den Wagen oder das Gestell, unten für das Gegengewicht abgeht, wobei man das Rutschen des Seils durch mehrfaches Umschlingen vermeiden könnte; weil man indess das Rutschen fürchtet und das gleichzeitige Herabfallen des Wagens und des Gegengewichts zu besorgen hat, so hat man die Construction aus zwei schmalen Scheiben von grossem Durchmesser genommen, zwischen denen die Bremsscheibe liegt.

Derartige Bremsmaschienen hat man auf den Gruben bei Saarbrücken,[113]) vergl. Fig. 342, wo man Eisenbandseile gebraucht und der Scheibe für das Gegengewicht $^2/_3$ Radius von dem der anderen giebt. Das Gegengewicht erhält geringere Spur, als der Wagen oder das Gestell und besteht gewöhnlich aus einer Gussplatte mit niedrigen Rädern. Das Gestänge für das Gegengewicht liegt entweder so tief, dass dasselbe ganz unterhalb des Wagengestänges läuft, was bei mächtigen Lagerstätten nicht schwierig ist und bei weniger mächtigen durch Einhauen einer Rinne in das Liegende erreicht wird, oder beide Gestänge liegen in derselben Sohle, das für das Gegengewicht innerhalb des Gestänges für das Gestell, oder die Räder des letzteren sind so hoch, dass das Gegengewicht bequem darunter fortgehen kann, wie z. B. auf den Gruben des Kölner Bergwerksvereins bei Essen die Räder des Gestells (22 Zoll) 58 Centimeter, des Gegengewichts (7 Zoll) 18 Centimeter hoch sind.[114])

c. Seigere Bremsberge.

Seigere Bremsberge haben im Allgemeinen die Einrichtung von Förderschächten mit zwei Trümen und Tonnenfach; für den Wagen sind Gestelle anzuwenden, welche an beiden Seiltrümen befestigt sind. Die Bremsscheibe ist so angebracht, dass sie von der Mitte eines Trums zu der des anderen reicht; über dieselbe wird das Seil verschränkt gelegt, um das Rutschen zu vermeiden.

*d.* Allgemeine Bemerkungen.

Ueber die Herstellung der Bremsberge ist das Nöthige schon bei der Besprechung der Abbaumethoden erwähnt; sie müssen in durchaus fester Lagerstätte mit zuverlässigem Hangenden und Liegenden getrieben

[113]) M. Nöggerath, a. a. O. S. 186.
[114]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 10. A. S. 207.

sein, beziehungsweise durch kräftige Zimmerung gesichert werden. Man muss dafür Sorge tragen, dass die Neigung der Sohle sich gar nicht oder wenig ändert, und wo dies die Natur der Lagerstätte bedingen würde, muss man durch Nachreissen auszugleichen suchen; sind stärkere Aenderungen der Neigung nicht zu vermeiden, muss man nöthigenfalls Leitrollen am Hangenden für das Seil anbringen. Neben den Bremsbergen ist an einer Seite wenigstens, besser an beiden Seiten ein Fahrüberhauen anzubringen, damit Niemand Veranlassung hat, den Bremsberg zu betreten, wodurch vielen Unglücksfällen vorgebeugt wird.

Die Lagerböcke für die Scheiben oder Rundbäume werden zweckmässig aus Gusseisen hergestellt, wenn die Vorrichtung öfter dienen soll; überhaupt ist es unter gleich bleibenden Verhältnissen da, wo viele Bremsanlagen vorkommen, gut, ein bestimmtes Modell allgemein anzunehmen und Reservetheile vorräthig zu halten.[115])

In Betreff der Anschlagspunkte ist zu bemerken, dass man beim Abbremsen von Zügen oben und unten die erforderlichen Horizontalen herstellen muss, damit die Züge rangirt werden können. Wenn mit Gestellen gefördert wird, hat man am Fusse des Bremsberges eine entsprechende Vertiefung anzubringen, damit die auf dem Gestell angebrachten Schienen mit dem Gestänge in der Grundstrecke in eine Ebene zu liegen kommen und die Wagen bequem auf- und abgefahren werden können. An den Zwischenanschlägen muss man bei schwachem Fallen horizontale Gestängetheile einlegen, um den Wagen aus der Strecke in das Gestänge des Bremsberges zu bringen, bei starkem Fallen und bei sonstiger Anwendung von Gestellen wendet man Klauen an, welche man vom Gestänge der Strecke aus auf das Gestänge des Gestells legt, um dasselbe festzuhalten.

Für den Fall, wo man bei zweitrümiger Förderung mit Gestell aus dem abgewendeten Trum zum Gestell durchschieben muss, hat man wohl kleine Zugbrücken als Verlängerung der Streckenbahn angebracht.

Bei ansehnlichen Förderungen ist es zweckmässig das Abbremsen nicht den Schleppern, welche die Wagen zur Bremsstatt bringen, zu überlassen, sondern einen besonderen Bremser dazu anzustellen; auch empfiehlt es sich stationäre Beleuchtung anzubringen.

Um dem Bremser Gelegenheit zu geben, den jedesmaligen Stand des ablaufenden Wagens genau zu kennen, namentlich wenn aus mehreren Sohlen angeschlagen wird, ist es erforderlich, Zeichen an der Bremsscheibe oder Marken am Seil zu befestigen oder noch besser einen Sohlenstandszeiger aufzustellen. Bremst der Schlepper selbst ab, so muss von den verschiedenen Anschlagspunkten ein Drahtzug mit Hebelverbindung zur Bremse gehen, um dieselbe lüften zu können, ohne dass der Schlepper erst zur Bremsstatt hinaufzugehen braucht.

An den abgehenden Oertern müssen Sicherungen gegen den Brems-

---

[115]) Ebenda. S. 207.

berg hergestellt werden, damit Niemand hineinstürzen kann, am besten eignen sich Barrieren. Am Fusse sind Schutzbühnen aus starken Stempeln herzustellen, oder Umbruchsörter zu treiben, damit die in der Grundstrecke vorüberfahrenden Menschen nicht durch den herabkommenden Wagen gefasst werden können.

Um das Gestell am Fusse während des Abziehens und Anschlagens der Wagen oder für den Fall, dass sich die Bremse zu früh lüften sollte, festzuhalten, hat man auf der Grube Centrum bei Eschweiler[116]) einen eisernen Schuh angebracht, der sich gegen ein Gestellrad stemmt und dessen unzeitigen Aufgang verhindert; wenn das Gestell aufgezogen werden soll, kann der Schuh beseitigt werden.

Bei einer doppelttrümigen Bremsberganlage auf dem Kohlenbergwerk Häring in Tyrol hat man in jedem Geleise auf den Querschwellen einen Fangsparren angebracht, an welchen, im Falle eines Seilbruchs oder eines unbeabsichtigten Niedergehens des Fördergestells, an dieses angebrachte gezahnte Fangkeile mittelst einer Spiralfeder angedrückt werden sollen, um den Niedergang des Fördergestells zu hemmen.[117])

## C. Förderung aus einfallenden Strecken und Gesenken.

Die Förderung aus einfallenden Strecken und Gesenken kommt im Allgemeinen mit der aus Schächten, seigeren, wie tonnlägigen, überein, indem man es gewissermassen mit blinden Schächten zu thun hat.

Für die Verwendung der Menschenkraft benutzt man Haspel, welche nöthigenfalls Vorgelege erhalten. Auf den Gruben bei Saarbrücken hat man zu diesem Zweck bei flachem Fallen Wagen, welche vorn niedrige, hinten der Tonnlage entsprechend höhere Räder haben, so dass der Rand des Wagens immer horizontal steht.

Pferde lässt man abwärts schreiten, um die Last aufwärts zu ziehen, indem das Seil oben über eine Rolle geführt wird; wenn das Pferd unten angelangt ist, geht es leer wieder hinauf, während der leere Wagen niedergebremst wird. Derartige Förderungen sind bei den vielen abfallenden Strecken auf den Saarbrücker Gruben häufig in Anwendung.

Pferdegöpel sind unter Tage nur ausnahmsweise vorhanden, z. B. in Wieliczka.

Für grössere Fördermassen und bedeutendere Geschwindigkeit hat man andere Motoren, deren Aufstellung, beziehungsweise Beschaffung oft schwierig ist. Unterirdische Dampfmaschinen hat man am oberen Ende der schiefen Ebene in England, bei Saarbrücken vielfach aufgestellt, auf den Gruben am letzteren Orte namentlich vielfach Locomobilen, welche

---

[116]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 9. A. S. 186.

[117]) Rittinger: Erfahrungen 1870. — Berggeist. Köln 1872. S. 239.

nach Niederbringung des flachen Gesenks leicht an einem anderen Orte benutzt werden können.

Ueber Tage aufgestellte Maschinen werden zur Förderung in flachen Schächten in Verbindung mit Seilschächten betrieben, wo man es dann mit einem gebrochenen Schachte zu thun hat, wie neuerdings auf der Grube Sulzbach-Altenwald bei Saarbrücken, wo das völlig geschlossene Fördergefäss als Wagen im tonnlägigen Schachte läuft und als Tonne im seigeren Schachte geleitet und zu Tage gehoben wird; man erübrigt dadurch das An- und Abschlagen am Kopfe des flachen Schachtes zur Ueberleitung in den seigeren Schacht. In England stellt man die Dampfmaschine unter Tage wohl in einiger Entfernung von der schiefen Ebene und bringt bis zu dieser Seilleitungen auf Rollen an; auch treibt man dort solche Maschinen mit Vorder- und Hinterseil und eingeschalteten Zügen, was indess nur bei sehr flachem Fallen möglich ist; auch hat man Ketten ohne Ende im Betriebe, in welche die Wagen einzeln eingehakt werden.

Schon früher hat man Maschinen mit comprimirter Luft zu derartigen Förderungen in England angewendet, so namentlich auf den Gruben der Govan Iron Works bei Glasgow und auf denen der Dowlais Iron Works bei Merthyr Tydvil in Wales;[118]) die Maschine, in welcher die Luft comprimirt wird, steht über Tage, durch Röhren wird die Luft zur eigentlichen Arbeitsmaschine geleitet. Derartige Einrichtungen werden jetzt auch auf dem Continente z. B. in Saarbrücken getroffen. Eingehendere Versuche sind in neuerer Zeit daselbst angestellt und werden zu ausgedehnterer Benutzung solcher Maschinen führen.[119]) Die Schwierigkeiten, welche dem Niederbringen einfallender Strecken aus oberen nach tieferen Sohlen entgegenstanden, haben auf den Saarbrücker Gruben die Benutzung mannigfacher Hilfsmittel (Locomobilen, Turbinen, Wassersäulenmaschinen, Nutzbarmachung der Bremsschachtförderung einer oberen Sohle) für die Förderung veranlasst, man ist aber meistentheils zur Pferdeförderung zurückgekehrt, wenn man nicht bei steilem Fallen veranlasst wurde, das Princip der einfallenden Strecken ganz aufzugeben und von Unten nach Oben aufzuhauen, wobei man alsdann in die Gefahr des Ansammelns schlagender Wetter verfällt. Dagegen bieten die Luftfördermaschinen ein günstiges Mittel, mit verhältnissmässig geringen Kosten und nicht unbeträchtlicher Zeitersparniss einfallende Strecken bei jedem Flötzfallen, bei jeder Teufe und Entfernung vom Hauptschacht niederzubringen, man kann sogar von diesen einfallenden Strecken aus die tieferen Sohlen fassen und

---

[118]) Pfähler: Notizen über den Steinkohlenbergbau in England u. Schottland in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 9. B. S. 102.

[119]) Hasslacher: die Anwendung comprimirter Luft zum Betrieb unterirdischer Maschinen in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 17. B. S. 1. — Auszug daraus in berg- u. hüttenm. Zeitung v. Kerl u. Wimmer. Leipzig 1869. Seite 308.

beträchtliche Längen der Lösungsquerschläge treiben, bevor die Hauptschächte bis zu dieser Sohle niedergebracht sind.

Auf der Grube Sulzbach-Altenwald ist über Tage eine Luftcompressionsmaschine aufgestellt, welche dazu bestimmt ist, ausser Bohr- und Schrämmaschinen für die Gestein- und Gewinnungsarbeiten Maschinen zur Förderung und Wasserhaltung zu betreiben. Ein Lufthaspel dient dazu die Förderung auf der einfallenden Strecke, welche von der ersten zur zweiten Tiefbausohle getrieben wurde, zu bewirken. Bei einer Flötzneigung von 27 Grad und einem seigeren Abstande beider Sohlen von 62,772 Meter (30 Lachter) hat der flache Schacht eine Förderlänge von 138 Meter (66 Lachter); von der Sohle des flachen Schachtes ist eine kurze Strecke im Flötz aufgefahren und von hier aus der Hauptlösungsquerschlag in der zweiten Tiefbausohle angesetzt; die aus diesem Betriebe fallenden Berge hat die Maschine zu heben, (dabei auch die sich sammelnden Wasser zu sümpfen). Der Lufthaspel steht in der Verlängerung des Schachtes über die Grundstrecke hinaus in einer Maschinenstube und besteht aus einer früheren Dampflocomobile, bei welcher nur die Ein- und Ausströmungsöffnungen erweitert wurden. Die Maschine ist auf einem Holzrahmen fest verlagert; sie hat einen liegenden Cylinder von 16 Centimeter Durchmesser und 31 Centimeter Hub mit Schiebersteuerung ohne Expansion; die Kolbenstange bewegt eine mit Schwungrad versehene Welle, von welcher aus mittelst Riemen die Bewegung auf die Seilkorbachse übertragen wird. Die comprimirte Luft gelangt aus der Rohrleitung durch ein schmiedeeisernes Anschlussrohr in den Schieberkasten, ihr Zutritt wird durch eine Drosselklappe vom Maschinenwärter regulirt. Die verbrauchte Luft geht durch eine Rohrleitung den Schacht abwärts vor das Querschlagsort und dient hier zur Wettererfrischung. Durch eine elektrische Signalleitung ist der Maschinenwärter im Stande, sich mit den Wärtern bei der Anlage über Tage zu verständigen. Der flache Schacht ist zweispurig zur Förderung mit gewöhnlichen Grubenwagen hergerichtet. — Auch im Felde des Albertschachtes der Grube Gerhard Prinz Wilhelm bei Saarbrücken hat man sich beim Niederbringen einfallender Strecken von einer höheren zur tieferen Sohle der comprimirten Luft bedient und zu dem Ende doppeltcylinderige Maschinen unterirdisch aufgestellt, welche die Luft aus der über Tage stehenden Compressionsmaschine erhalten. Die Cylinder sind hier mit Expansion versehen, welche beliebig je nach dem Sinken des Druckes zwischen $^1/_8$ und $^8/_8$ Cylinderfüllung verstellt werden kann.

Auch **hydraulische Motoren** hat man zu diesem Zweck angewendet, so auf der Grube Gerhard bei Saarbrücken ein **Tangentialrad**: die Betriebswasser wurden auf einer oberen Stollnsohle gesammelt und mit (19 Lachter) 40 Meter Druckhöhe zur Maschine abgelassen, wo sie auf einer unteren Sohle abgossen und künstlich wieder gehoben werden mussten. Einen **Wassersäulengöpel** benutzte man auf dem Wasser-

mannschacht bei Eisleben[120]) mit nur einem Seilkorb zum Aufziehen des vollen Wagens, während der leere hinabgebremst wurde. — Hierher gehört die bereits oben S. 72 erwähnte Bremsbergeinrichtung mit Wasseraufzug auf der Steinkohlengrube ver. Sellerbeck. — Auf der Königsgrube in Oberschlesien benutzt man ein oberschlägiges Wasserrad zur Förderung in einer 52,310 Meter (25 Lachter) hohen einfallenden Strecke. Das Rad hat 5 Meter (16 Fuss) Durchmesser und erhält die Aufschlagewasser aus einem oberliegenden Bassin, in welchem die Wasser aus den oberen Bauen aufgesammelt werden. An der einen Backe dieses Wasserrades ist ein gusseisernes Zahnrad mit nach Innen, der Welle zugekehrten Zähnen angebracht, welches in ein Getriebe eingreift, mit dessen Welle die Seilkorbwelle in Verbindung steht, so dass mit der Drehung des Wasserrades der volle Wagenzug aufwärts, der leere abwärts bewegt wird. Um diese Bewegung alternirend herzurichten, um also eine Umsteuerung des Wasserrades zu bewirken, ist das Rad zweitheilig hergestellt und die Schaufeln jeden Theils sind nach entgegengesetzter Richtung eingebracht, so dass man, je nachdem der Wasserstrahl auf die eine oder andere Abtheilung geleitet wird, eine entgegengesetzte Umdrehung des Wasserrades und somit der Seiltrommeln erhält. — Auf einzelnen Gruben bei Saarbrücken hat man Wassersäulenmaschinen zur Förderung aus einfallenden Strecken neuerdings zur Anwendung gebracht; namentlich auf den Gruben Kronprinz Friedrich Wilhelm und Duttweiler. Auf der erstgenannten Grube dient die Anlage[121]) zur Förderung und Wasserhaltung aus einem von der 5. zur 7. Sohle getriebenen, 233,4 Meter flachen Abhauen mit einem Fallen von 9 Grad 46 Minuten, von dessen Tiefsten bereits ein Querschlag angesetzt ist. Die Förderung erfolgte früher mittelst Pferden, bis im Querschlag so viel Wasser angefahren wurden, dass dieselben bis zur oberen Sohle aufgingen. Da Dampfkraft oder gepresste Luft Behufs Fortbetrieb der örtlichen Verhältnisse wegen nicht angewendet werden konnte, in den Wassern aus einem oberen Stolln aber eine hinreichende Kraft vorhanden war, entschied man sich für eine Wassersäulenmaschine. Dieselbe besteht aus zwei Paar liegenden Cylindern, in welchen sich Plungerkolben hin und her bewegen, deren Stopfbüchsen in den 2 zugehörigen Cylindern einander zugekehrt sind; in der Mitte der Kolben, also zwischen den Cylindern, greifen an Querhäuptern die gabelförmigen Lenkstangen an, welche die Krummzapfenwelle drehen. Auf derselben sitzen Excentrics, welche mittelst Kulissen die Schieber im Schieberkasten bewegen und durch zwei Paar Kanäle die Aufschlagewasser abwechselnd vor und hinter die beiden Kolbenpaare bringen. Die Umsteuerung erfolgt, wie bei Dampfgöpeln, vermittelst der Kulissen, der Steuerwelle und dem Steuerhebel. Auf

---

120) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 8. A. S. 189.

121) Maass: die Wassersäulenmaschine des fisc. Steinkohlenbergw. Kronprinz Friedrich Wilhelm in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 19. B. S. 175.

der Krummzapfenwelle sitzt einerseits das Schwungrad, welches gleichzeitig als Riemenscheibe zur Betreibung eines Ventilators benutzt wird. Auf der anderen Seite befindet sich ein Getrieberad, welches in das Treibrad für die Wasserhaltung eingreift und mittelst Ausrückevorrichtung von diesem gelöst werden kann. Die Hauptwelle hat eine Verlängerung erhalten, auf welcher ein zweites Getriebe sitzt, welches gleichfalls mit Ausrückevorrichtung versehen ist und in ein Treibrad greift, welches auf der Seilkorbwelle sitzt, also dieser und den beiden Seilkörben die Bewegung mittheilt. Die ganze Maschine ruht auf einem gegen die Firste verstrebten hölzernen Fundamentlager und wird abwechselnd zur Wasserhaltung und Förderung benutzt. Das Pumpengestänge im Abhauen geht auf Rollen, ist an das Treibrad für die Wasserhaltung angeschlossen und theilweise abbalancirt, so dass die Maschine sowohl beim Auf- als beim Niedergange zu wirken hat. — Das Wasser wird aus dem oberen Stolln in einen neben der Maschine stehenden Windkessel geleitet; die Leitung besteht aus gusseisernen Röhren, welche mit Regulirungshähnen versehen sind. Aus dem Windkessel führt ein Einfallrohr zur Maschine, welches ein durch Stellrad und Schraube regulirbares Absperrventil enthält. Durch die Luft im oberen Theile des Windkessels wird bei den Absperrungen der Wassersäule die lebendige Kraft der letzteren aufgenommen und werden dadurch Stösse vermieden. Zur Ergänzung der Luft, welche sich mit dem Wasser vermischt oder auch durch kleine Undichtigkeiten entweicht, wird von Zeit zu Zeit der Windkessel durch Regulirung der Hähne und Ventile von seinem Wasserinhalt entleert und dadurch von Neuem mit Luft gefüllt. Die verbrauchten Wasser fliessen dem Sumpfe des Wasserhaltungsschachtes zu und werden nach dem oberen Stolln zurückgehoben. Nach den angestellten Versuchen hat sich eine Nutzleistung der Maschine von 3 bis 4 Pferdekräften ermittelt, welche einem Wirkungsgrad von ca. 50 Procent der theoretischen Leistung entspricht; es werden gewöhnlich zwei gekuppelte, je 10 Centner Ladung enthaltende Förderwagen in die Höhe gezogen, wobei zwei leere Wagen als Gegenlast in dem anderen Geleise hinabgefördert werden; die Maschine macht dabei etwa 100 Spiele in der Minute. Die ganze Anlage kostet 5298 Thlr.; die jährliche Unterhaltung etwa 3374 Thlr., während die Förderung mittelst Pferden und die Sümpfung der Wasser durch Handpumpenbetrieb in einem Jahre 12600 Thlr. gekostet haben würde.

Hierher gehört auch der hydraulische Aufzug auf der comb. Gottessegen-Grube in Oberschlesien.[122]) Auf einer mit 9 Grad einfallenden Strecke waren früher mittelst 2 Pferden 180 Wagen zu 10 Centner Ladung in zehnstündiger Schicht gefördert worden; man legte diese Strecke horizontal und erzeugte dadurch eine Sohlendifferenz von (100 Zoll) 2,62 Meter, welche durch einen hydraulischen Aufzug überwunden

[122]) Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure. Bd. 15. S. 571.

wurde, wodurch man die Leistung auf 600 Wagen zu 10 Centner Ladung in zehnstündiger Schicht erhöhte. Der Apparat wurde so eingebaut, dass die Schienen der Förderschalen beim tiefsten Stande mit der untern Sohle, beim höchsten Stande mit der oberen Sohle in gleichem Niveau liegen. Der Apparat besteht aus 2 oben offenen Cylindern, in welchen sich je ein Kolben auf- und abbewegt, der Kolbenhub ist gleich der Sohlendifferenz, also 2,62 Meter; an jeder der nach Unten durch eine Stopfbüchse gehenden Kolbenstange hängt die Förderschale zur Aufnahme der Förderwagen; nach Oben ist an beiden Kolben ein geschlossenes Seil angebracht, welches über eine festliegende Seilscheibe gelegt ist. Das Aufschlagewasser tritt mittelst der angebrachten Schiebersteuerung unter den einen Kolben und hebt somit die Förderschale, während die andere Schale sinkt, wobei das unter dem anderen Kolben befindliche Wasser ausgedrückt wird: nachdem die Wagen abgezogen sind, wird von dem Anschläger mittelst der Hand umgesteuert und das Spiel beginnt in entgegengesetzter Richtung. Das Wasser wird aus einem Teiche über Tage, in welchem die Schachtwasser ausgiessen, durch schmiedeeiserne Röhren zu dem Aufzug geleitet durch einen 103 Meter tiefen Schacht und eine 314 Meter lange Strecke. Die Dauer eines Aufzuges von einem Wagen zu 10 Centner beträgt 15 Sekunden, wozu 20 bis 25 Sekunden für das An- und Abschlagen hinzutreten. An Wasser wird für einen Aufzug 0,042 Kubikmeter, also für 600 Aufzüge in 10 Stunden 25,5 Kubikmeter verbraucht. Das gebrauchte Wasser tritt in den Sumpf der Wasserhaltungsmaschine zurück.

## D. Schachtförderung.

Die Einrichtungen zur Schachtförderung sind verschieden für seigere und für tonnlägige Schächte, bei den letzteren auch nach dem Grad der Neigung, ferner sind sie bedingt durch die Grösse des Förderquantums, die Teufe, die erforderliche Geschwindigkeit, demnach in gewisser Abhängigkeit von der motorischen Kraft, beziehungsweise der Art der Umtriebsmaschinen.

In letzterer Hinsicht hat man Förderung mit Haspel zur Nutzbarmachung der menschlichen Kraft und Förderung mit Göpel, welche letztere betrieben werden durch Thiere, durch Wasser als Kehrradgöpel, Turbinengöpel, Wassersäulengöpel, durch Dampf als Dampfgöpel, in neuerer Zeit mittelst comprimirter Luft als Luftgöpel. An die Wassergöpel schliessen sich die Wasseraufzüge (water balances) an; ferner sind die neuerdings angestellten Versuche mit Kette oder nach Lemielle mit Seil ohne Ende, ferner das Fördern mit Gestängen, eine Methode, welche sich den Fahrkünsten anreiht, seit deren Entwicklung vorgeschlagen und befürwortet, aber bei Weitem älter, als die Fahrkünste, ist.

Hinsichtlich der Verbindung mit der Streckenförderung hat man folgende Methoden der Schachtförderung:

1. Die unter Tage benutzten Fördergefässe gehen zu Tage und zwar:
   a. direct,
   b. auf besonderen Gestellen, Gerippen, Körben, Schalen.
2. Die unter Tage benutzten Fördergefässe werden in besondere Schachtfördergefässe (Schachttonnen) entleert, wovon für den Raum, wo das Umfüllen stattfindet, der Ausdruck Füllort herzuleiten ist, während man im ersten Falle besser für diesen Raum Anschlag sagt.

Gleichzeitig hat man an sich und auch in Bezug auf die Befestigung des Fördergefässes an das Förderseil zu unterscheiden, ob das Gefäss an der Hängebank sofort entleert oder zu diesem Zweck noch weiter transportirt wird.

Für grosse Förderungen in Verbindung mit kräftigen Maschinen ist das Fördern der Streckengefässe auf einem Gestell überwiegend eingeführt und wird beim Tiefbau auf Steinkohlen bald ausschliesslich benutzt sein, bietet aber auch für Erzgruben grosse Vortheile und bürgert sich dort nach und nach, selbst bei der Förderung edler Erze, ein. Das Fördern mit Schachttonnen findet sich auf belgischen älteren Steinkohlengruben, ausnahmsweise auch auf Steinkohlengruben anderer Gegenden, z. B. im Wormrevier bei Achen,[123]) in der Provinz Sachsen auf Braunkohlengruben, wenn enge Baue, schlechte Sohle u. dgl. m. die Anbringung von Wagengestängen unter Tage nicht gestatten und deshalb zur Streckenförderung die Karre beibehalten werden muss,[124]) ferner auf Steinsalzgruben in England, vielfach und überwiegend auf Erzgruben, wo diese Förderungsweise eine gewisse Berechtigung hat, wenn das geringe Haufwerk nur während eines Theils der Schicht oder gar erst nach mehreren Schichten zur Förderung gelangt.

### I. Haspelförderung.

Die Haspelförderung ist die älteste Methode der Schachtförderung und folgt unmittelbar dem Herausziehen mittelst der Hand. Man fördert hier meistentheils, auf Steinkohlengruben wohl immer, die Streckengefässe, welche in Verbindung mit seigeren Schächten bei gewöhnlichem Haspel aus Tonnen auf Gestellwagen bestehen; auf kleineren sächsischen Braunkohlengruben werden die in den Strecken gebrauchten Hohlkarren in die Schachtfördergefässe umgeladen, so auch auf Erzgruben.

Als Schachtfördergefässe hat man Kübel, Tonnen, auch parallelepipedische Kasten, wenn die Schächte seiger, verschieden gestaltete Kasten, wenn sie tonnlägig sind, ausnahmsweise wendet man bei geringer Neigung der Tonnlage auch Wagen an, welche auch statthaft sind bei Vorgelegehaspeln.

---

[123]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 9. A. S. 187.
[124]) Ottiliä a. a. O. S. 320.

In seigeren Schächten bringt man an den Stössen Tonnenfache (Verschläge) aus Kehrlatten an. Bei mässiger Teufe hat man nur ein Seil auf dem Rundbaum, welches sich beim Auf- und Abwickeln von einem Ende des Rundbaums zum anderen hin- und herschiebt, wobei eine Theilung in Trüme nicht möglich ist, bei grösserer Tiefe hat man zwei Seile, beziehungsweise zwei besondere Seilabtheilungen, wo dann doppeltes Aufwickeln möglich ist und zwei Trüme durch einen Schachtscheider hergestellt werden.

In tonnlägigen Schächten erfolgt bei Anwendung von elliptischen Tonnen die Verlattung nur am Liegenden, bei parallelepipedischen Tonnen auch an den Seiten, auch bringt man wohl Walzen an, auf denen die Tonnen laufen, beziehungsweise eine Art deutschen Gestänges, was sich indess schlecht mit der gewöhnlichen Stellung des Haspels und dem Hin- und Herschieben des Seils verträgt.

Die gewöhnliche Construction ist der Hornhaspel, welcher aus einem Rundbaum und den Hörnern zum Drehen besteht. Der Rundbaum ist bei geringeren Dimensionen, bis etwa (9 Zoll) 24 Centimeter Durchmesser, aus einem Stück gefertigt; stärkere Rundbäume werden in der Weise hergestellt, dass man auf die aus Geviertholz bestehende Achse hölzerne Kränze aufsetzt und über diese Latten nagelt, welche cylinderisch abgehobelt oder abgedreht werden. Die Haspelhörner, nur bei kleinen Haspeln aus Holz, in der Regel aus Eisen bestehend, sind rechtwinkelig gebogene Rundstangen, welche so viel horizontale Arme erhalten, als an jeder Seite Haspelzieher angreifen sollen; das Horn erhält ein Auge, mit welchem es auf die Achse des Rundbaums gesteckt wird. Der vortheilhafteste Aufsteckungswinkel der gegenüberliegenden Haspelhörner soll zwischen 80 und 180 Grad liegen, da, wo die günstigste Stellung des einen Horns mit der ungünstigsten des anderen zusammenfällt; einer sorgfältigen Untersuchung zufolge entspricht die gegenseitige Stellung unter 120 Grad dieser Bedingung, wodurch die Leistung eines zweimännischen Haspels erhöht werden soll.[125]) Die Achse besteht aus einem in der Regel stählernen Zapfen, welcher in die Stirn des Rundbaums fest eingesetzt und verkeilt wird; statt dessen hat man auch wohl eiserne Stangen, welche durch den ganzen Rundbaum hindurchgehen. Im Mansfeldischen nimmt man den Umfang der Rundbäume bei zweimännischem Haspel zu (40 Zoll) 1,046 Meter, bei dreimännischem zu (60 Zoll) 1,569 Meter, bei viermännischem zu (80 Zoll) 2,092 Meter; bei (9 Zoll) 24 Centimeter Durchmesser des Rundbaums giebt man dem Horn einen Radius von (18 Zoll) 47 Centimeter. An den Enden des Rundbaums werden Scheiben angebracht, um das Abschlagen des Seils zu verhindern.

Die Achse des Rundbaums muss etwas über halber Mannshöhe stehen, so dass im höchsten Stande das Horn noch nicht die Schulter des Arbeiters

---

[125]) Berg- u. hüttenm. Zeitung. Leipzig 1871. S. 307. — Dingler polyt. Journal Bd. 201. S. 464.

erreicht. Die Rundbäume liegen mit ihren Achsen auf Haspelstützen, welche bei stark fallenden, tonnlägigen Schächten geneigt aufgestellt werden. In den Auskehlungen der Stützenköpfe sind Pfannen oder Lager angebracht, oft nur aus einem Eisenbeschlag der Auskehlung bestehend, oft aber ganz nach Art der Lager bei Maschinentheilen construirt; auf Gruben des nördlichen Reviers im Halberstädt'schen Bezirk benutzt man messingene Unterlagen in Gestalt eines wagerecht liegenden, dreiseitigen Prismas,[126]) auf dessen flacher Seite der Zapfen ruht und welches nach der Abnutzung gewendet wird. Zuweilen bringt man unter dem Zapfen Frictionsräder an, um die Reibung in den Pfannen zu ermässigen, dieselben haben in Obernkirchen (7 Zoll) 18 Centimeter Durchmesser, einen (2 Zoll) 52 Millimeter breiten Rand und werden in die Stützen eingesetzt.

Als Seile wendet man Hanfseile an, auch wohl Ketten, auch sollen sich Drahtseile bewährt haben.

Am Ende des Seils sind Haken angebracht, mit welchen in Oesen am Fördergefäss das Seil eingehakt wird, um dasselbe bequem lösen und ausstürzen, beziehungsweise füllen zu können. Bei runden Kübeln hat man zwei Oesen, in welche das Seil also mit zwei Haken eingreift oder welche einen eisernen Bügel aufnehmen, in den dann nur ein Seilhaken eingehängt wird; beim Abteufen giebt man auch den runden Kübeln immer 3 Oesen, damit ein Kippen während des Aufziehens nicht stattfinden kann. Parallelepipedische Kasten erhalten 4 Oesen, weil sonst bei der ungleichmässigen Vertheilung des Zuges ein Zusammendrücken des Gefässes stattfinden könnte.

Auf der Hängebank muss man das Gefäss mit Haken, indem Hängseil gegeben wird, heranziehen, damit die Arbeiter beim Abheben desselben nicht Gefahr laufen in den Schacht zu stürzen; auch hat man aus diesem Grunde Vorrichtungen, wie Fallthüren, Schiebebrücken, Rollbrücken, angebracht, mit denen, wenn das Gefäss hoch genug gehoben ist, der Schacht bedeckt wird, alsdann wird das Gefäss auf diesen Verschluss niedergesenkt und kann ohne Gefahr abgehoben werden. Auf der Braunkohlengrube bei Altenweddingen wird ein auf Rädern befindliches Gestell vor den Schacht gefahren, in welches das Gefäss ausgestürzt wird, das Gestell wird dann zur Entleerung weiter transportirt.

Man wendet auch Vorgelegehaspel an, mit Umsetzungen von $^1/_4$, $^1/_5$, seltener $^1/_3$.[127]) Sehr selten hat man mehrfache Vorgelege, z. B. bei einem einmännischen Haspel im Glückaufer Revier bei Eisleben, welcher aus einem (16 Lachter) 33 Meter tiefen, blinden Schachte 4 Centner hebt, 2 Vorgelege im Verhältniss von $^{108}/_{12}$ und $^{54}/_{19}$, der Rundbaum hat in der Mitte eine Scheibe von (4 Fuss) 1,25 Meter Durchmesser, um welche das

---

[126]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 2. A. S. 376.
[127]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 7. A. S. 134.

Seil zweimal geschlungen ist und welche bis zur Mitte der beiden Schachttrüme reicht.[128])

Die Ausgleichung des Seilgewichts ist versucht worden, indem man unter den Kübeln ein Seil angehängt und im Tiefsten über eine Rolle geführt hat; dies ist für Haspel ziemlich überflüssig. Auch hat man z. B. in Frankreich eine Erleichterung durch angehängte Wassergefässe gegeben, wodurch man den Uebergang zu den Wasseraufzügen gewinnt.

Man hat auch Haspel mit Seilscheiben angewendet, wodurch die seitliche Bewegung des Seils, also das Heraustreten des Fördergefässes aus der Mittellinie des Schachttrums vermieden wird, wozu indess gewöhnlich ein Bedürfniss nicht vorliegt.

Beim Abteufen bringt man gern eine Seilführung an, indem man über dem Fördergefäss einen Leitrahmen mit Schuhen einschaltet, welche auf an den Stössen entlang befestigten Leitbäumen entlang gleiten.[129])

## II. Göpelförderung.

Allen Göpeln gemeinsam ist, dass die Seilkörbe seitwärts vom Schachte liegen und daher zur Führung des Seils Seilscheiben über dem Schachte vorhanden sein müssen.

### *a.* Leitungen im Schachte. Fördergestelle.

#### 1. Für seigere Schächte.

*aa.* Wenn ein besonderes Schachtfördergefäss vorhanden ist, in welches im Füllort die Massen eingestürzt werden, so hat man bei Tonnen (cuffats) in runden oder polygonalen Schächten und selbst in den Trumabtheilungen anderer Schachtformen oft gar keine Leitung, anderenfalls begnügt man

Fig. 347.

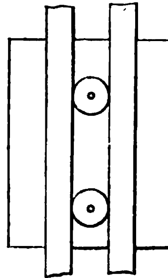
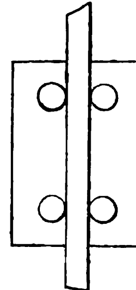


Fig. 348.



sich mit Anbringung von Kehrlatten an den Einstrichen. Für parallelepipedische Kasten hat man gleichfalls Kehrlatten oder Winkelbretter oder Leitbäume, in letzterem Falle entweder zwei Leitbäume, zwischen denen 2 über einander, an dem Kasten angebrachte Leitrollen gleiten, Fig. 347, oder einen Leitbaum, welcher von 4 Leitrollen umfasst wird, Fig. 348.

[128]) Bemerkungen über den Mansfelder Bergbau in allgem. berg- und hüttenm. Zeitg. von Dr. Hartmann. Quedlinburg 1860. S. 368.

[129]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 1. B. S. 144.

*bb.* Wenn aus der Förderstrecke der Wagen direct in den Schacht übergeht, so hat derselbe in der Regel aufgebauchte Seitenwände und unter dem Boden liegende Räder, alsdann genügen Kehrlatten oder Winkelbretter, wenn der Querschnitt des Schachttrums ziemlich ausgefüllt ist; ist dies nicht der Fall, so ist über dem Wagen ein Führungsrahmen am Seil eingeschaltet, welches mit seinen Schuhen Leitbäume umfasst. Wenn die Räder vor den Seitenwänden liegen, so kann man, insofern dieselben englische sind, indem man Leitbäume, entweder jederseits einen zwischen die Räder oder zwei vor den beiden Rädern anbringt, als Leitrollen benutzen.

Beide bis jetzt behandelten Fälle gestatten keine grosse Geschwindigkeit und Präcision, der zweite führt ausserdem zu vielen Reparaturen.

*cc.* Bei der Förderung mit Gestell hat man verschiedene Leitungsvorrichtungen:

*α.* Winkelbretter oder dichtes Verschlagen des Trums. Fig. 349.

*β.* Frictionswalzen am Gestell und diesen entsprechend Kehrlatten an den Stössen des Trums, welche man zuweilen auch mit eisernen Schienen benagelt, was aber wegen des leichten Werfens derselben unzweckmässig, auch nicht erforderlich ist; auch benutzt man statt der Kehrlatten eiserne Schienen, welche aber schlecht halten. Fig. 350.

*γ.* Am Gestell befindet sich ein Spurnagel, aus 3 Walzen bestehend, von denen einer zwischen 2 Leitbäumen oder Schienen spielt, während die beiden anderen an der äussern Kante derselben gleiten.

*δ.* An zwei gegenüberliegenden Stössen befindet sich je ein Leitbaum, während am Gestell ein Leitschuh oder eine Leitrinne angebracht ist, mit welchen der Leitbaum umfasst wird. Fig. 351.

Fig. 349.

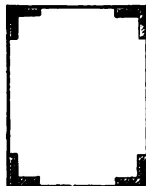


Fig. 350.

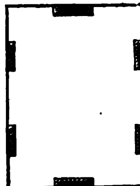
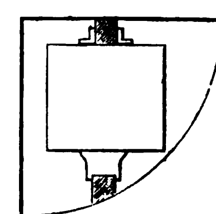


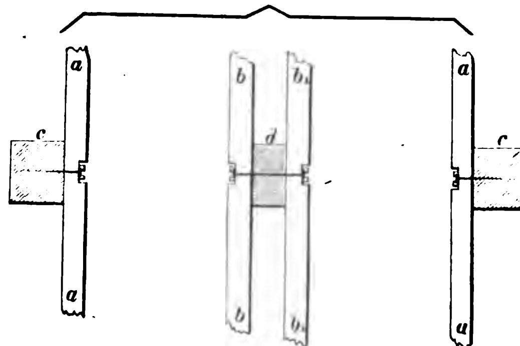
Fig. 351.



Dies ist die beste Art der Leitung, sie gewährt sanfte Bewegung, gute Führung und bedingt ausserdem nicht die rechteckige Begränzung des Trums, selbst Einstriche sind, wie vielfach in England, entbehrlich. Die Leitbäume bestehen aus Holz und sind z. B. in Westfalen (4 zu 5 Zoll) 10 zu 13 Centimeter, auch (5 zu 6 Zoll) 13 zu 16 Centimeter stark, auf den Hultschiner Gruben (3 zu 3 Zoll) 8 zu 8 Centimeter, auf Grube Gouley bei Achen ($3\frac{1}{4}$ Zoll) $8\frac{1}{2}$ Centimeter breit, ($2\frac{1}{2}$ Zoll) $6\frac{1}{2}$ Centimeter stark;

auf den Gruben bei Mährisch-Ostrau sind sie (3 zu 3 Zoll) 8 zu 8 Centimeter bis (4 zu 6 Zoll) 10 zu 16 Centimeter stark.[130]) Man giebt den breiteren und stärkeren Leitbäumen den Vorzug, weil sie mit stärkeren Nägeln, also solider befestigt werden können, weil die Förderschale eine sicherere Führung bekommt, also weniger schlottert und eine beschleunigte Förderung gestattet, weil sich die Latten weniger leicht biegen und werfen, auch längere Dauer haben, weil die Fangvorrichtung an der stärkeren Leitung mehr Widerstand findet, leichter fängt und den Leitbaum nicht so leicht spaltet. Die Befestigung erfolgt am besten durch Holzschrauben, man legt sie zur grösseren Sicherheit ein wenig in die Einstriche ein. Die einfachste Art der Befestigung findet durch lange, versenkte Nägel statt, doch stehen dieselben bei nur einigem Werfen der Leitbäume leicht vor und geben zu gefährlichem Hängenbleiben der Gestelle Veranlassung. Bei Mährisch-Ostrau combinirt man den Nagel und die Schraube. Die Leitbäume aa und bb (Fig. 352) werden an die Einstriche cc und d befestigt; zur Be-

Fig. 352.



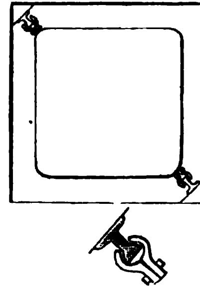

festigung der Leitbäume aa an den Stössen dient ein 23½ Centimeter langer, 9 bis 13 Millimeter starker Nagel, welcher an einem Ende zugespitzt, am anderen mit einem Gewinde versehen ist. Diese Nägel werden in die Einstriche cc fest eingetrieben, die bereits gebohrte Latte wird darangesetzt und mit einer 13 Millimeter starken Schraubenmutter fest angezogen; die Schraubenmutter ist in einer 26 Millimeter tiefen Aushöhlung der Leitungslatte versenkt und darf nicht vorstehen. Für die Leitungen b und $b_1$ in der Schachtmite dienen 34 Centimeter lange Bolzen zur Befestigung, welche an beiden Enden mit Gewinden versehen sind und von einer Latte

[130]) Berg- u. hüttenm. Jahrbuch der k. k. Bergakademien zu Pribram u. Leoben u. der k. ungar. Bergakademie zu Schemnitz für das Jahr 1869/70. Prag 1872. S. 178.

durch den Einstrich hindurch zur anderen reichen; beide Latten werden gleichzeitig an die durch die Einstriche gesteckten Bolzen angesetzt und mittelst Schraubenmuttern angezogen. Die letzteren sind auch hier versenkt.

Auf dem Schacht Henri Guillaume zu Seraing hat man als Leitung in 2 gegenüberliegenden Ecken statt der Leitbäume Eisenbahnschienen angebracht, Fig. 353, was auch in England vielfach geschieht, z. B. auf der Grube Ryhope bei Sunderland, namentlich in den Fällen, wo in Schächten mit ausziehendem Wetterstrom, unter denen Wetteröfen stehen, gefördert wird.[131])

Fig. 353.



Die Leitbäume sind in der Regel an den kurzen Stössen anzubringen, wenn das Fördergestell eine grössere Längen- als Breitenausdehnung hat, weil alsdann die Führung eine sicherere ist; nähert sich die Breite des Gestells seiner Länge, so können die Leitbäume auch am langen Stoss des Fördertrums stehen, übrigens wird in dieser Beziehung nach den localen Verhältnissen sehr verschieden verfahren.

In neuerer Zeit sind eiserne Leitungen[132]) häufiger angewendet, da sie nicht theuerer als Holzleitungen sind, längere Dauer, als diese, dieselbe Stabilität und die grösste Raumersparniss im Schachte bieten. Die Leitungen, gewöhnliche Grubenschienen, sind in der Regel an zwei Ecken, immer aber so angebracht, dass in der Mitte zwischen beiden Förderkörben keine Leitungen, liegen. Mit Holzleitungen, welche vor der Mitte der kurzen Korbseite angebracht sind, erreicht man zwar dasselbe, hat aber den Nachtheil, dass an den An- und Abschlagbühnen die Leitung unterbrochen werden muss.

Auf dem Camboas-Schacht bei Blyth hat man auf der äussern Langseite jedes Korbes 2 Schienen angebracht (Fig. 354); dieselben sitzen in gusseisernen Einstrichen, an welchen Stühlchen für die Schienen angegossen sind, an den Förderkörben sind Klauen angebracht, mit welchen die Schienen umfasst werden; zwischen beiden Körben ist nur ein freier Spielraum von 78 Millimeter. Um die Körbe, welche mit ihren Klauen fest an den Schienen sitzen, leicht auswechseln zu können, ist dicht über der Hängebank die Schienenleitung in einem der Korbhöhe entsprechenden Stücke mit ihren Querträgern verschiebbar und kann durch die an den letzteren befindlichen Schrauben einige Zoll seitwärts gezogen werden, so dass der aus dem Schachte kommende Förderkorb nunmehr frei hängt und der Wagen herausgezogen, demnächst aber wieder eingesetzt werden kann.

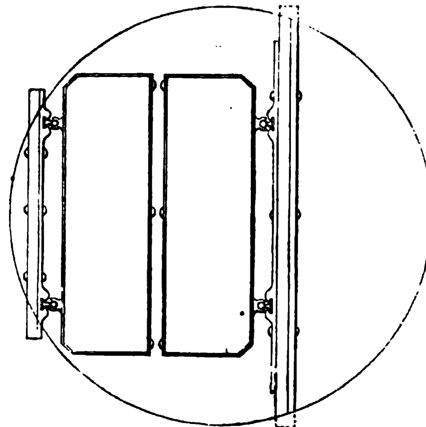
---

[131]) Serlo, v. Rohr, Engelhardt a. a. O. S. 87. — Herold a. a. O. S. 44.

[132]) Bluhme: Schachtleitungen aus Drahtseilen oder eisernen Schienen in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 17. B. S. 426.

— Auf der Braunkohlengrube Löderburg hei Stassfurt[133]) hat man derartige Leitungen an Stelle von hölzernen eingebaut und ist von dem Erfolge befriedigt. — Einen Nachtheil haben die eisernen Leitungen da, wo man Werth auf das Anbringen einer Fangvorrichtung legt, was bei den

Fig. 354.



beschriebenen Constructionen kaum zu ermöglichen ist. Eine eiserne Leitung anderer Construction ist in Verbindung mit einer Fangvorrichtung auf dem Hoppeschacht der Abendsterngrube bei Rosdzin in Oberschlesien eingebaut, welche weiter unten erwähnt werden soll.

Zu den schon angeführten Vortheilen der Leitbäume gehört auch der, dass man, was in England viel vorkommt, den oberen Schachttheil in den wasserreichen Schichten enger hält und nur für ein Gestell herrichtet, erst unterhalb dieser Schichten den Schacht so erweiternd, dass zwei Gestelle neben einander vorbeigehen können; häufig hat man sogar nur die bestimmt fixirte Stelle der Begegnung (meeting) für zwei Gestelle erweitert. Die Leitbäume für die beiden Gestelle liegen dann im engen Schachttheile dicht an einander und gehen erst in dem erweiterten Theile auseinander.[134])

ε. Ausgedehntere Anwendung finden, namentlich in England, Drahtseilleitungen.[135]) Dieselben sind nicht als unbedingt vortheilhaft zu bezeichnen, da ihnen vor Allem die Stabilität mangelt und Fangvorrichtungen nur schwer anzubringen sind, man ist aber in Schächten, wo der hölzerne Ausbau fehlt, also Einstriche zur Befestigung hölzerner Leitungen nicht vorhanden sind, und ferner da, wo die Förderschächte zugleich Wetterschächte sind und das Ausziehen der Wetter durch Wetteröfen bewirkt wird, auf ihre Anwendung angewiesen, weshalb man sie in den nach eng-

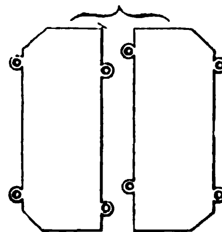
[133]) Hauchecorne a. a. O. S. 81.

[134]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 10. B. S. 87.

[135]) Bluhme a. a. O. S. 421. — Serlo, v. Rohr, Engelhardt a. a. O. S. 44. — Berg- u. hüttenm. Zeitg. v. Kerl u. Wimmer. Leipzig 1867. S. 215.

lischer Methode ausgeführten runden, ausgemauerten und mit eisernen Tubbings ausgekleideten Schächten fast überall, in neuerer Zeit auch auf dem Festlande, findet. Dabei haben die Drahtseilleitungen auch den Vortheil, dass sie den Querschnitt der Schachtscheibe weniger verringern, als die hölzernen Leitungen sammt dem zu ihrer Befestigung nothwendigen Einbau, dass daher der Wetterstrom geringeren Widerstand findet, weshalb man die Drahtseilleitungen nicht nur in Ausziehschächten mit Wetteröfen, sondern auch in solchen, wo die Wetter mittelst Maschinen angezogen werden und selbst in Einziehschächten findet, wozu dann noch kommt, dass die Holzleitungen, welche mit der Schachtauskleidung fest verbunden sind, mit dieser gewissermassen ein Ganzes bilden, also die Erschütterungen bei der Förderung auf die Schachtwände übertragen, was bei den frei hängenden Drahtseilen nicht der Fall ist. Die Drahtseilleitungen bedingen aber wegen der Schwankungen der auf- und abgehenden Förderkörbe einen grossen Zwischenraum zwischen beiden, damit beim Begegnen nicht der eine unter den anderen fasst, sie üben nachtheiligen Einfluss auf die Stabilität des Fördergerüstes, falls sie an demselben befestigt sind, sie erschweren die schnelle Förderung beim Vorhandensein von Mittelsohlen, sie erfordern eine sichere Befestigung der Förderwagen innerhalb des Förderkorbes, sie machen das Fahren der Belegschaft nicht ungefährlich und lassen Fangvorrichtungen schwierig anbringen. Die Seile erhalten eine Stärke von 20 bis höchstens 30 Millimeter; ihre Abnutzung ist sehr gering; ein Bruch tritt meist nur an der unteren Befestigung ein, derselbe ist aber durch ein Nachziehen des Seils, welchem man oben immer ein Stück Reserveseil lässt, leicht zu beseitigen. Die untere Befestigung erfolgt in einem Holzrahmen, welcher unter der Anschlagsohle liegt und die entsprechenden Löcher zur Durchführung der Seile genau an den erforderlichen Stellen erhält; der Rahmen wird in den Schachtstössen festgekeilt, die durch die Löcher hindurchgeführten Seile werden mit Klemmschrauben festgeschraubt. Bei tiefen Schächten hat man auch die Seile unterhalb mit Gewichten von 30 bis 80 Centnern belastet. — Die Zahl der Leitseile ist verschieden. Am sichersten nimmt man 4 für jeden Förderkorb in der nach Fig. 355 angegebenen Anordnung; fast dieselbe Sicherheit bieten 3 Seile für jeden Korb, geringer ist dieselbe, wenn jeder Korb nur zwei Leitseile an 2 gegenüberliegenden Seiten oder gar nur eins hat, in welchem letzteren Falle in der Mitte zwischen beiden Körben zwei Schutzseile angebracht sind, welche den Zusammenstoss der Körbe verhindern sollen. — Wegen der Schwankungen und des möglichen Untergreifens der Förderkörbe muss man den Zwischenraum zwischen den beiden Leitungstrümen möglichst gross nehmen, und, da bei grösserer Tiefe die Schwankungen um so grösser werden,

Fig. 355.



muss der Zwischenraum hier um so weiter genommen werden; derselbe schwankt zwischen 314 und 471 Millimeter, beträgt aber in einem Falle in England 789 Millimeter. Die Nothwendigkeit dieses freien Spielraums spricht zum Nachtheil der Seilleitung, da gegenüber den Holzleitungen eine Raumersparniss im Schachte ganz verschwindet. — Die Führung der Körbe erfolgt durch Büchsen oder Ringe, welche aussen an den Korbrahmen angeschraubt und welche so gestellt sind, dass die an den inneren Seiten beider Körbe befindlichen sich nicht berühren können; jedes Seil wird durch zwei solcher, über einander stehender Büchsen gefasst. Um die Körbe leicht von den Seilen trennen zu können, empfehlen sich die auf der Grube Morkwearmouth bei Sunderland angewendeten Büchsen, Fig. 356, welche zugleich das Eingiessen von Schmiere gestatten. — Die obere Befestigung der Leitseile erfolgt in den meisten Fällen an den oberen Querbalken der Seilscheibengerüste; in selteneren Fällen sind besondere Gerüste zur Befestigung der Leitseile vorhanden. Dieselbe erfordert einige Aufmerksamkeit sowohl wegen des Zuges und der Belastung des Gerüstes durch die Seile, als wegen der Erschütterungen durch die Schwankungen beim Fördern. — Um den Förderkörben bei der Ankunft auf der Hängebank eine solide

Fig. 356.

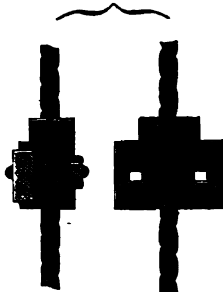
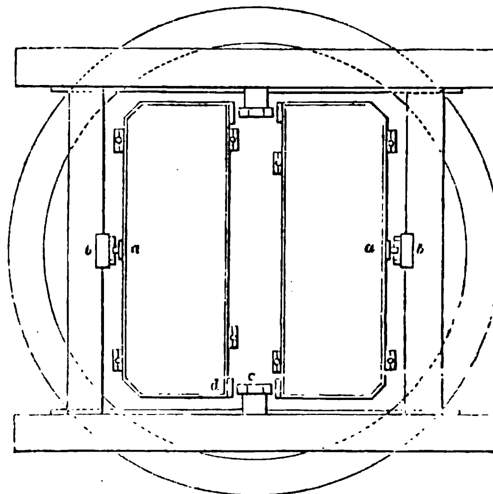


Fig. 357.




Führung zu geben, hat man folgende Einrichtung getroffen. Jeder Korb trägt in der Mitte des unteren Rahmens einen eisernen Zapfen a (Fig. 357), welcher an der Hängebank in den an dem oberen Holzrahmen angebrachten,

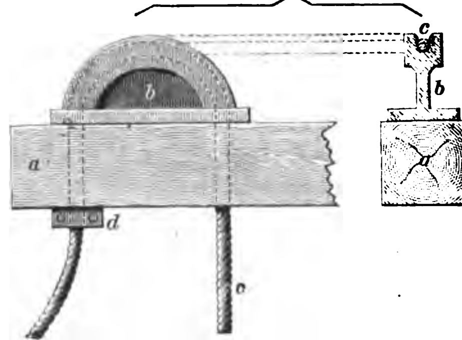
nach Oben und Unten erweiterten, eisernen Schuh b einläuft; an denselben Holzrahmen sind in dem Raum zwischen beiden Körben starke eiförmige Hölzer c angebracht, an welchen Leitklötzchen d sitzen und an welchen die Ecken der Förderkörbe anstreichen, so dass jeder Förderkorb durch 3 Festpunkte in die richtige Stellung gebracht wird. Die Aufsetzvorrichtungen unterscheiden sich nicht von denen bei festen Leitungen. Diese Einrichtung ist vollständig genügend und gestattet, die Geschwindigkeit noch früher zu hemmen, als es bei festen Leitungen geschieht. Auf den Anschlagsohlen ist die Einrichtung dieselbe, wie auf der Hängebank. Wenn aber Mittelsohlen vorhanden und diese mit derselben Einrichtung versehen sind, können die Leitschuhe und Leitklötze beim Vorbeifördern mit voller Geschwindigkeit zu heftigen Schlägen in den Förderkörben Veranlassung geben. Man hat deshalb die Schuhe b nach Unten bedeutend erweitert und verstärkt, um das Durchlaufen der Zapfen a möglichst allmälig zu bewerkstelligen; am besten ist es, wenn man die Schuhe und Leitklötze an den Mittelsohlen, sobald aus diesen nicht gefördert wird, gänzlich beseitigen könnte. — Da sich die Schwankungen der Förderkörbe den auf ihnen stehenden Förderwagen mittheilen, muss man den Verschluss der Förderkörbe möglichst solide machen und den Wagen den geringsten Spielraum geben, um deren Hin- und Herrollen zu verhindern. — Die Kosten der Drahtseilleitung sind fast um die Hälfte geringer, als die der Holzleitung, abgesehen von den zu den letzteren erforderlichen Einstrichen, 1 Meter kostet ca. 3 Thaler, während 1 Meter Holzleitung ca. 5 Thlr. 20 Sgr. kostet; ausserdem braucht man zu 100 Meter Leitung 2 bis $2\frac{1}{2}$ Tage Arbeit, während für die gleiche Länge Holzleitung 6 bis 7 Tage Arbeit erforderlich sind. — Auf dem ganz nach englischem Muster niedergebrachten und eingerichteten Schachte der Steinkohlengrube Erin bei Castrop in Westfalen[136]) ist die Führung der Förderkörbe durch 4 Drahtseile von 392 Millimeter Stärke bewirkt, welche oben im Schachtthurme befestigt sind und lothrecht im Schachte niederhängend unter der Anschlagsohle mit Gewichten von 30 Centnern beschwert sind. Die Förderkörbe tragen an jeder Ecke, oben und unten Tüllen von Rothguss, von denen je zwei ein Seil umfassen; zur Verminderung der Reibung werden die Seile mit einer Mischung von Talg und Theer häufig geschmiert. Der Spielraum zwischen beiden Förderkörben beträgt 314 Millimeter. Ein Schwanken der Seile im Schachte soll kaum bemerkbar sein. — Auch auf der von derselben englischen Verwaltung betriebenen Steinkohlengrube Hansa hat sich die Drahtseilleitung bereits bewährt.[137]) — Desgleichen hat man dieselbe in Oberschlesien auf der Königsgrube und Königin Louise-Grube eingeführt. Auf Königsgrube sind auf dem Bismarckschachte vier

[136]) „Der Berggeist.“ Köln 1869. S. 216. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1869. S. 247.

[137]) „Der Berggeist.“ Köln 1871. S. 455. 467. — Glückauf. Essen 1871. No. 38.

Seile angebracht; die Förderung geht seit dem ersten Augenblick der Benutzung der Drahtseilleitung ohne alle Störung vor sich. Die Seile c sind oben durch Lagerbalken a, Fig. 358, welche auf dem Seilscheiben-

Fig. 358.

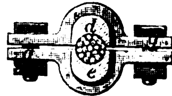



gerüst liegen, geführt und über eine mit einer Nute versehene halbkreisförmige Scheibe geleitet, sie werden mit dem Ende gleichfalls durch den Lagerbalken hindurch gelassen, an dessen unterer Seite mittelst der Klemmschraube d festgeklemmt, während das Ende verloren im Schachtthurme befestigt wird. Unten im Schachte werden die Seile durch einen Holzrahmen hindurchgeführt und mittelst Scheibengewichte, welche für jedes Seil 25 Centner betragen, belastet und angespannt. Sobald die Spannung nachlassen sollte, wird die Klemmschraube gelöst, das Seil angezogen und die Schraube wieder festgeklemmt. — Auf dem Skalleyschacht der Königin Louise-Grube hat man gleichfalls 4 Drahtseile zur Leitung angebracht. Hier sind die Seile unten im Schachte sicher an der Schachtzimmerung befestigt, während die Spannung durch eine Vorrichtung über Tage, welche vom Herrn Bergrath Broja angegeben ist, bewirkt wird. Fig. 359. Durch die Lagerbalken a führt das Schraubengewinde b, welches durch die Schraubenmutter c festgestellt wird. Das Schraubengewinde verlängert sich nach Unten in eine ausgekehlte Backe d, welcher eine zweite ausgekehlte Backe e entspricht. Zwischen beide Backen wird das 26 Millimeter starke Seil ff eingelegt. Zur Befestigung werden beide Backen mit den Klemmschrauben gg umlegt, welche in der aus Fig. 360 ersichtlichen Weise angezogen werden. Sobald das Seil an Spannung verliert, werden die Klemmschrauben gelüftet, das Seilende $f_1$ wird angezogen, worauf man die Klemmschrauben wieder festlegt. Die Leitung gewährt eine völlig ruhige Bewegung des Fördergestells.

Die Fördergestelle sind zu einer oder mehreren Etagen eingerichtet, die letzteren bis zu 4 Etagen in Belgien und England, bei uns noch nicht in ausgedehntem Gebrauch, jedenfalls auf Steinkohlengruben beschränkt. Auf jeder Etage (auch bei den einetagigen Gestellen) hat man bald nur einen Wagen, bald zwei und diese wieder neben oder hinter einander auf-

gestellt. Es wird die Ansicht ausgesprochen, dass das An- und Abschlagen am wenigsten Zeit in Anspruch nehme, wenn die Wagen

Fig. 360.



neben einander stehen; am besten sei es, wenn 4 Wagen auf der Schale stehen, 2 neben, 2 hinter einander; erst wo die Dimensionen des Schachtes dies nicht gestatten, solle man zu mehren Etagen übergehen.[138])

Bei nicht grossen Geschwindigkeiten haben die Gestelle die einfache Gestalt von Förderschalen mit dreieckig geformten Seitenwangen, wie sie z. B. auf den Gruben bei Edinburgh vorkommen.[139])

Für grössere Fördermassen und bedeutendere Geschwindigkeit giebt man dem Gestell besser die Gestalt von Gerippen, welche selten aus Holz allein, wohl aber aus Holz und Eisen, am besten aus Eisen allein construirt werden, wozu Winkeleisen und T-Eisen besonders geeignet ist.[140]) Auf der Grube Pendleton bei Manchester hat man 3 Etagen, jede zu zwei neben einander stehenden Wagen; das Gestell besteht aus 4 Rahmen von Winkeleisen ($^1/_{12}$ Zoll) 2 Millimeter stark, (3 Zoll) 8 Centimeter hoch; auf jeder Seite befinden sich 3 Schienen von (3 Zoll) 8 Centimeter Breite, ($^1/_2$ Zoll) 13 Millimeter Dicke; die ganze Höhe beträgt ($13^2/_3$ Fuss) 4,289 Meter, die Breite ($3^1/_6$ Fuss) 0,994 Meter; die Schurzketten des Seils greifen an den 4 Ecken an; das Gewicht des Gestells beträgt 25 Centner, der 6 leeren Wagen 18 Centner, deren Ladung 42 Centner, also die ganze Last 85 Centner.

Fig. 359.




[138]) Glückauf. Essen 1872. No. 9. — Berggeist. Köln 1872. S. 148.

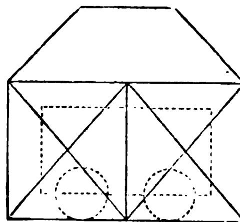
[139]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 10. B. S. 86.

[140]) Ebenda S. 85.

Aehnliche Etagengestelle aus Winkelschienen und T-Eisen hat man auf den Steinkohlengruben bei Stiringen, auch auf dem Skalleyschacht der Grube Duttweiler bei Saarbrücken, welche 4 Etagen, jede zu 1 Wagen haben und 36 Centner wiegen, wo aber Fangvorrichtung und Puffer mitgewogen sind. Auf der Reservegrube bei Eschweiler hat man ein Gestell zu 2 Wagen von je 7 Scheffel Ladung; das Ganze wiegt 20 Centner, das Gerippe nur $6^2/_3$ Centner d. i. nur 24 Procent.

Bei einer Etage wählt man nach Oben pyramidal verlaufende Form, Fig. 361, welche ganz zweckmässig ist und dem Seil einen guten Angriffs-

Fig. 361.



punkt in der Mitte gewährt, während bei den parallelepipedischen Etagenkörben das Seil meist mit 4 Schurzketten in den Ecken angreift.

Die Gestelle sind nach beiden Seiten offen, wenn durchgeschoben wird, was auf Steinkohlengruben die Regel sein soll; alsdann ist aber ein Verschluss nothwendig, welcher nur beim Abziehen und Wiederaufschieben der Wagen geöffnet wird, während des Auf- und Niederganges aber geschlossen bleiben muss, weil sonst die Wagen vom Gestelle abrutschen und gegen die Schachtstösse schlagen würden. Der Verschluss besteht einfach in Fingern oder Hebeln, welche an der einen Seite ein Charnier haben, an der andern in eine Krampe eingelegt und Behufs des Oeffnens aufgerichtet oder nach vorn geöffnet werden; sie sitzen am Boden oder an der Seite oder oben; nöthigenfalls kann man den vorderen und hinteren Verschluss an einer Welle anbringen, um beide gleichzeitig zu öffnen.[141]) Bei einem Etagenkorb mit 2 Etagen auf der Grube Anna bei Aachen, wo nach verschiedenen Seiten abgezogen wird, hat man eine Welle unter dem mittleren Boden mit um 180 Grad gedrehten Fingern, so dass der Wagen der unteren Etage oben, der oberen Etage unten festgehalten wird.

Auf der Grube Reden bei Saarbrücken[142]) hat man einen selbstwirkenden Verschluss am Boden des Gestells angebracht. Zwei kreuzförmig gestellte, an den Enden nach Aussen geschwungene Eisenstäbe an jeder Seite des Gestellbodens drehen sich um eine gemeinschaftliche Achse, die unteren Enden sind schwerer als die oberen, so dass während des Förderns die Stäbe ziemlich steil herabhängen und dem Wagen den Austritt

---

[141]) Herold a. a. O. S. 47.

[142]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 9. A. S. 188.

aus dem Gestell verhindern. Fig. 362. Beim Ausfetzen des Gestells werden die unteren Enden der Stäbe seitwärts geschoben, welche dadurch eine flachere Lage annehmen, so dass die Wagen über sie fortgeschoben werden können. Fig. 363. Sobald die Unterstützung aufhört, kehren die Stäbe in ihre steile Stellung zurück und verschliessen das Gestell.

Fig. 362.

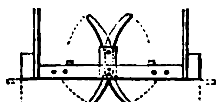
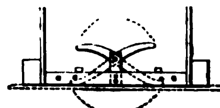


Fig. 363.



Fördergestelle (Förderkörbe, Förderschalen) sind in mannigfacher Construction von verschiedenen Punkten her bekannt geworden, von welchen folgende erwähnt werden.

Für 2 nebeneinderstehende Wagen ist vom Maschinenmeister Schönemann auf der Gerhardgrube bei Saarbrücken folgendes zweckmässige Fördergestell construirt worden.[143]) Der untere Rahmen des Gestells ist von U-Eisen MM (Fig. 364, 365, 366) zusammengesetzt und durch Querstreben NN aus Winkeleisen, sowie durch 6 Flügelschienen LL verstärkt, von denen 4 das Geleise für die beiden aufzunehmenden Wagen bilden, während die beiden anderen so zwischen den beiden Geleisen liegen, dass auch nur ein Wagen genau in die Mitte des Gestells eingeschoben werden kann. Die seitlichen Strebeverbindungen $g'g'$ und die Leitschuhe gg sind aus Winkeleisen gefertigt und verbinden den Rahmen mit dem oberen Hauptquerstück. Dieses besteht aus 2 Blechtafeln rr, welche so vernietet sind, dass sie (4 Zoll) 105 Millimeter Entfernung von einander behalten und an den Enden umgebogen an den Blechen z festsitzen, an welche zugleich die Streben und Schuhe durch Nieten befestigt sind. An den Blechtafeln sind auch die Bügel für die Zwieselketten PP und die Versteifungsstreben $z^2z^2$ befestigt. Das Seil ist mit den Zwieselketten durch eine mittelst Bolzen gehaltene Rolle (Fig. 364) verbunden. Zum Festhalten der Wagen innerhalb des Gestells dienen die Bügel $z''z^3$ (Fig. 366), welche die Anschläger zu öffnen und zu schliessen haben.

Auch auf den Gruben von Blanzy[144]) hat man Förderkörbe zu zwei neben einander stehenden Wagen in einer Etage, welche man den mehretagigen Körben vorzieht, weil das Aufstossen und Abziehen der Wagen leichter und schneller von Statten geht. Die Figuren 367, 368, 369 erläutern die Construction des Gestells.

Auf dem Dechenschacht II der Heinitzgrube bei Saarbrücken hat Pinno einen Förderkorb mit 2 Etagen, auf deren jeder 2 Förderwagen

143) Hauchecorne a. a. O. S. 79.
144) Burat: les houillères en 1868. Paris. p. 104.

neben einander stehen, also für 4 Wagen construirt,[145]) welche zusammen ein Gewicht von 20 Centner und beladen von 40 Centner haben. Der Bodenrahmen jeder Etage ist aus U-Eisen zusammengesetzt; auf der Querseite liegen 4 Stück U-Eisen a, b, c, d, welche durch Laschen mit den U-Eisen e, f auf der Langseite vernietet sind (Fig. 370, 371, 372, 373). Dieser Rahmen ist mit einer schmiedeeisernen Platte überdeckt, auf welcher die Einlenkschienen g g h zur Aufnahme der Förderwagen liegen. Das obere Hauptquerstück besteht aus den beiden U-Eisen i i, welche durch 4 Hängestangen k k, gleichfalls U-Eisen, mit den beiden Bodenrahmen verbunden sind; zur grösseren Stabilität sind auf jeder Seite 2 Blechplatten l l unter die Hängestangen k gelegt und mit den beiden Bodenrahmen vernietet. Ausserdem ist der obere Bodenrahmen mit dem oberen Hauptquerstück auf jeder Seite durch 2 Flachschienen m m verbunden. Die Leitschuhe n n sind aus Winkeleisen gefertigt. Zum Festhalten der Förderwagen innerhalb des Gestells dienen die von dem Anschläger zu handhabenden Riegel u, welche auf einer in 2 Oesen beweglichen Welle p sitzen.

Auf der Förderanlage der Grube Neu-Laurweg im Wormrevier bei Aachen[146]) ist ein einfaches Fördergestell angewendet, welches aus einem oberen und unteren schmiedeeisernen Rahmen besteht, welche beide durch Flach- und T-Eisen verbunden sind; zwischen den letzteren sind zur grösseren Stabilität eiserne Querbalken angebracht, so dass eine Verschiebung oder Veränderung der rechtwinkeligen Form unmöglich ist. Der Boden des Gerippes ist mit Eichenbohlen belegt, auf welchen zwei Schienen zum Auffahren des Förderwagens liegen. Das Dach besteht, da in diesem Gerippe auch Menschen fahren, gleichfalls aus Eichenbohlen, ausserdem sind die Seiten mit Flacheisen vergattert. Der Wagen wird durch schmiedeeiserne Bügel gehalten, welche beim Abziehen gehoben und in Haken, die an dem Dach des Gerippes hängen, eingelegt werden.

Eine eigenthümliche Construction hatte der Förderkorb auf dem Krugschacht der Königsgrube in Oberschlesien erhalten.[147]) Man war hier wegen des engen Schachtes genöthigt, die geringsten Dimensionen für das Eisen des Gerippes zu wählen und konnte deshalb weder Winkel- noch U-Eisen anwenden, weshalb man dasselbe aus Flacheisen von 78 Millimeter Breite und 16 Millimeter Stärke construirte und im Innern ganz mit Eisenblech von 6 Millimeter Stärke auskleidete. Der Korb wurde zu zwei Etagen mit je zwei Förderwagen, im Ganzen also zu (40 Centner) 2000 Kilogramm nutzbarer Ladung hergerichtet, erhielt eine Fangvorrich-

[145]) Pinno: Beschreibung eines Etagenförderkorbes mit Fangvorrichtung in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 18. B. S. 40.

[146]) Wagner: Die Schachtförderung auf Neu-Laurweg in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 18. B. S. 82.

[147]) v. Hauer: Ueber Förderungsdampfmaschinen in Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1870. S. 323. — Desgl. in Dingler polyt. Journ. Bd. 198. S. 277. — Desgl. „Berggeist". Köln 1870. S. 586.

tung nach der Construction von White und Grant und zur Vermeidung des Stosses beim Aufsetzen am Fusse Gummipuffer. Das Gewicht der Förderschale betrug (71 Centner) 3550 Kilogramme und mit 4 beladenen Förderwagen (139 Centner) 6950 Kilogramme. Zur Führung an der hölzernen Leitung sind auf den beiden kurzen Seiten drei über einander stehende Leitungsschuhe aus U-Eisen angebracht. Eine solche Förderschale kostet 830 Thaler. Es würde von Interesse sein, diese von der gewöhnlichen Construction abweichende durch Zeichnungen zu veranschaulichen; die Einrichtung hat sich aber nicht bewährt, weshalb davon abgestanden wird. Es hat sich nämlich herausgestellt, dass die Last, welche durch die 2 beladenen Förderwagen in der oberen Etage ausgeübt wird, zu gross ist und in der unteren Etage Ausbauchungen veranlasst, welche den Fortgebrauch der Förderschale unmöglich machen, weshalb dieselbe bereits wieder abgeworfen ist. Man hat statt dessen sehr einfache Fördergestelle zu 2 Etagen, jede für zwei hinter einander stehende Förderwagen eingebaut. Dieselben bestehen aus drei Holzrahmen, welche an den Ecken schwalbenschwanzförmig zusammengeblattet sind, der untere bildet den Boden für die untere, der zweite für die obere Etage, der dritte Rahmen bildet den Träger für das Blechdach. Alle drei Rahmen sind durch je 3 flache Schienen auf jeder Langseite mit einander verbunden, von denen die mittlere 105 Millimeter breit, 33 Millimeter stark, die an den beiden Seiten 78 Millimeter breit und 33 Millimeter stark sind. Auf jeder Langseite sind auf solche Weise 4 Felder gebildet, welche mit 2 Millimeter starkem Eisenblech verkleidet sind, welches durch Winkeleisen an die Holzrahmen oben und unten befestigt ist. An den kurzen Seiten sind an jedem Rahmen Leitungsschuhe aus U-Eisen angebracht. Die Fangvorrichtung ist fortgelassen, um den oberen Theil nicht schwerer, als den unteren herzustellen, wodurch das Ausbauchen der Bleche in der unteren Etage vermieden ist. Das Gewicht des leeren Fördergestells beträgt 2250 Kilogramme (45 Centner), mit 4 beladenen Förderwagen (103 Centner) 5150 Kilogramme.

Edwards zu Wednesbury in Staffordshire hat sich ein aus Röhren zusammengesetztes Fördergestell patentiren lassen.[148]) Dasselbe ist nur halb so schwer, wie andere eiserne Fördergestelle, während es eben so fest und viel dauerhafter ist, auch sind sie nicht so leicht Brüchen ausgesetzt, als die Fördergestelle, deren Theile durch Nieten zusammengesetzt sind. Der Rahmen des Fördergestells wird aus Röhren A (Fig. 374, 375) und schmiedeeisernen Winkelstücken B gebildet, welche mittelst rechts- und linksgängigen Schrauben verbunden sind, so dass sie ein Ganzes bilden. Sie laufen an Drahtseilleitungen C und stehen auf 4 Füssen D von 78 Millimeter Durchmesser, welche auf 4 Federpuffer treffen, die auf den

---

[148]) The Mechanics' Magazine. London. Vol. 94. p. 250. — Polytechn. Centralblatt. Leipzig 1871. S. 829. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. 1871. S. 443.

Schwellen des Schachts befestigt sind, wodurch das harte Aufsetzen des Gerippes unmöglich gemacht werden soll. Die Röhren sind etwa 65 Millimeter im Durchmesser. Man kann solche Gestelle in beliebiger Grösse herstellen, auch mit einer oder mehr Etagen. Fig. 376 zeigt einen hori-

Fig. 374.

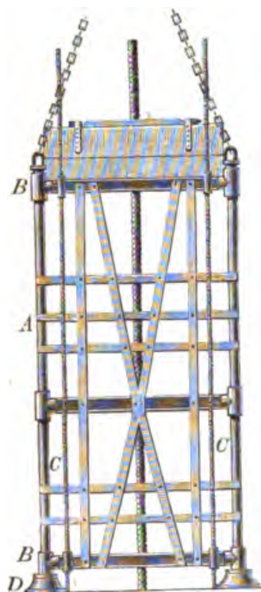



Fig. 375.

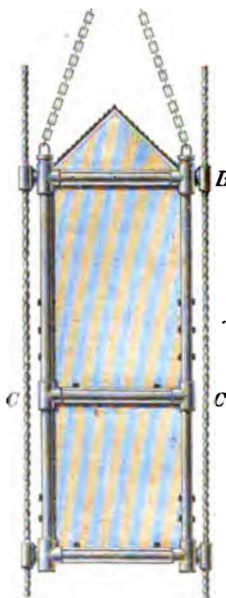
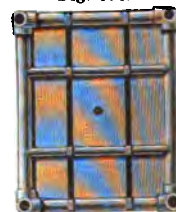



Fig. 376.



zontalen Zwischenboden oder den unteren Rahmen, auf den die Wagen aufgeschoben werden.

Andere Constructionen von Fördergestellen werden noch mit den Fangvorrichtungen zu erwähnen sein.

2. Für tonnlägige Schächte.

*a.* Besondere Schachtgefässe sind meist parallelepipedische Kasten, welche mit Spurrollen versehen sind und mit diesen zwischen zwei Leitbäumen laufen; die Kasten sind oben horizontal abgeschnitten, damit die Massen nicht herausfallen können. Fig. 377. In anderen Fällen hat man den Kasten englische Räder gegeben und lässt sie auf Gestänge laufen, bringt ausserdem aber noch seitwärts Streichbäume an, für welche dann wohl noch besondere Spurrollen vorhanden sind. Fig. 378.

*b.* Wagen gehen direct im Schachte, wenn dessen Neigung nicht zu gross ist, nöthigenfalls werden mehrere zu einem Zuge an einander gereiht, wie dies auf der Grube Gerhard bei Saarbrücken in grosser Ausdehnung stattfindet.[149])

[149]) Schönemann: Einrichtung und Betrieb der flachen Förderschächte in Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure Bd. 6. S. 33. — Desgl. in allgem. berg- u. hüttenm. Zeitg. v. Dr. C. Hartmann. Quedlinburg 1862. S. 165. — Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 11. A. S. 263.

Hierbei hat man zu erwägen, dass beim Anschlagen solcher Züge nicht die letzten Wagen mit ihrem ganzen Gewicht an dem oberen Haken hängen, was man durch Verbindungsketten, an denen jeder einzelne Wagen

Fig. 377.

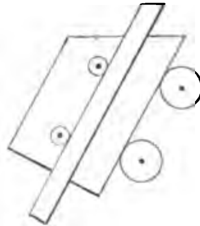
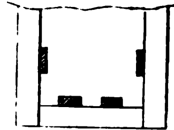


Fig. 378.



angeschlossen wird, auszugleichen sucht; auch hat man Vorkehrungen zu treffen, um Entgleisungen zu verhindern und Rad- und Achsenbrüche unschädlich zu machen.

*c.* Die in flachen Schächten angewendeten Gestelle sind je nach Neigung ähnlich denen in seigeren Schächten oder Bremsbergen; den Etagenkörben entsprechen Gestelle, in denen die Wagen terassenförmig über einander stehen, doch hat man selten deren mehr als zwei, weil das An- und Abschlagen schwierig ist. Dies ist vermieden durch das von Westmeyer construirte Gestell auf der Steinkohlengrube Nachtigall bei Witten, wo in jeder Neigung des Gestells jeder einzelne Wagen eine horizontale Stellung hat.[150])

### *b.* Verbindung der Last mit der Maschine.

Die Verbindung der Last mit der Maschine erfolgt durch Seile, selten durch Ketten.

#### 1. Seile.

Als Material wird zu den Seilen Hanf, Aloe, Eisendraht oder Gussstahldraht benutzt, der Form nach unterscheidet man runde und platte Seile.

Die gewöhnlichen runden Hanfseile werden angefertigt, indem man den gehechelten Hanf zu Fäden oder Garn spinnt, daraus Schnüre oder Litzen dreht und diese zum Seile zusammenfügt; 8 bis 10 Fäden bilden eine Litze, 3 bis 4 Litzen ein Seil; starke Taue werden aber aus mehren Seilen zusammengedreht. Vier- und mehrlitzige Seile erhalten eine Hanfseele, damit eine gleichmässig schraubenförmige Windung der Litzen eintritt. Den Drehungswinkel nimmt man zu 30 bis 50 Grad.

Runde Aloeseile kommen bei der Grubenförderung selten vor, platte Aloeseile sind sehr verbreitet in Belgien und Frankreich, auch platte Hanfseile sind nicht ungebräuchlich; solche platte Seile oder

[150]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 8. A. S. 193.

Bandseile bestehen stets aus mehren verschieden gedrehten Rundseilen, welche zusammengenäht werden. Die Bandseile haben den Vorzug, dass in ihnen die Torsion aufgehoben ist, dass sie grössere Widerstandsfähigkeit haben und geringere Steifigkeit besitzen, als die Rundseile; bis zu gewissem Grade findet bei ihnen eine Ausgleichung der Seillast statt, sie sind aber nur anwendbar bei Seiltrommeln mit liegender Achse.

Die Seile aus Pflanzenfaser müssen getheert werden, entweder im fertigen Zustande oder für sehr nasse Schächte schon in den Fäden; Hanf absorbirt 17 Procent, Aloe 13 Procent Theer dem Gewichte nach. Durch das Theeren vermindert sich zwar die Tragkraft, die Dauer der Seile aber steigt, ebenso verstärkt festeres Drehen die Dauer, weil das Eindringen des Wassers dadurch erschwert wird.

Eine Vergleichung der Hanf- und Aloeseile ergiebt nach Ponson,[151]) dass bei gleichem Volumen Hanf etwa 14 Procent mehr trägt, als Aloe, das letztere aber hat nur 0,877 Gewicht des Hanfes; äusserlich getheerter Hanf verlor nach 4 Monaten im Meerwasser $^5/_6$, Aloe nur $^1/_2$ der Tragkraft. In trockner Luft ist Hanf, äusserlich getheert, vorzuziehen, in Fäden getheert hält sich Aloe besser, da dieselben vom Theer nicht angegriffen werden. Nach Felten und Guilleaume[152]) wiegen Aloeseile bei gleichen Dimensionen etwa $^1/_4$ weniger als Hanf, haben aber $^1/_3$ geringere Tragkraft. Nach Erfahrungen auf der Steinkohlengrube Grand Hornu in Belgien[153]) haben sich Aloeseile in feuchter Grubenluft stockig und mürbe, in ganz trockner Luft aber spröde gezeigt, auch in der Nähe der Seiltrommeln gelitten, erscheinen hiernach also nur für ganz nasse Schächte zu empfehlen zu sein. Seile von getheertem, rheinischem Spleisshanf hatten 10 Procent grössere Tragkraft und hielten sich besser; am besten hatten sich hier die von Vennemann in Bochum fabricirten Stahldrahtseile bewährt, welche nur $^1/_3$ der Hanfseile wiegen und nicht krystallinisch werden können, wie Eisendrahtseile.

Drahtseile sind eine deutsche Erfindung, angegeben durch den Obergrath Albert am Harz am Anfang der dreissiger Jahre, um die bei zunehmender Tiefe der Baue immer schwerer werdenden, kostbaren Treibketten zu ersetzen;[154]) doch soll schon im Jahre 1822 in einer Steinkohlengrube im Rive de Gier ein in Lyon fabricirtes, aus Eisendraht geflochtenes Seil in Verbindung mit Pferdeförderung in einer einfallenden Strecke angewendet sein.[155]) Die Drahtseile sind billiger als Hanf- und Aloeseile und können für dieselbe Tragfähigkeit von geringerem Durchmesser sein.

Eisendraht wendet man geglüht oder ungeglüht an; durch Glühen

---

[151]) Ponson t. III. p. 162.
[152]) „Der Berggeist.“ Köln 1860. S. 788.
[153]) Ebenda 1861. S. 495.
[154]) Albert: Ueber Treibseile am Harz in Dr. Karsten Archiv. Berlin 1837. Bd. 10. S. 215.
[155]) Combes a. a. O. t. III. p. 208.

wird zwar die Tragfähigkeit vermindert, zugleich aber auch die Sprödigkeit, so dass dergleichen Drähte weniger leicht reissen. Meistentheils findet man nicht ausgeglühte Drähte.

Runde Drahtseile bestehen aus 3 bis 6 Litzen, jede Litze aus 4 bis 8 Drähten; die Litzen erhalten häufig eine Hanfseele, jedenfalls aber giebt man dem Seil eine solche, um die Litzen regelmässiger sich aufwinden zu lassen. Zur Herstellung von Bandseilen näht man mit Draht die einzelnen Litzen zusammen, so dass dieselben unverletzt bleiben, oder man führt Nieten durch die ganze Breite des Seils, was aber, weil sich die Drähte an den Nieten reiben und deshalb leichter reissen, weniger zu billigen ist. Uebrigens hält man in England Bandseile sicherer, als Rundseile.[156]) Auch auf den Steinkohlengruben bei Zwickau legt man grossen Werth auf die Anwendung von Bandseilen, weil sie eine geringere Dicke als Rundseile haben und deshalb kleineren Durchmesser der Seilkörbe und Seilscheiben gestatten, weil eine einfache Construction der Seilkörbe möglich ist, das Seil in der Ebene der Körbe und Seilscheiben bleibt, das Gewicht des herabhängenden Seilstücks ohne besondere Korbconstruction ausgeglichen wird.[157]) Die Bandseile zu Zwickau bestehen aus 7 Rundseilen zu je 28 Litzen aus Gussstahl von 2 Millimeter Durchmesser.[158]) Um das Gewicht der Seile auszugleichen, hat man wohl auch in neuerer Zeit konische Seile, zuweilen auch aus Gussstahl, angewendet.[159])

Die Stärke der Drähte ist wechselnd nach dem Durchmesser der Seile, geringer bei geringerem Durchmesser; für grosse Lasten nimmt man (1 bis 1½ Linien) 2 bis 3 Millimeter starke Drähte, auch Gussstahldrähte wählt man (1½ Linien) 3 Millimeter stark. Von Erdmann wird empfohlen, dass man nur sehr dünne Drähte für die Seile verwenden und nicht über 5 Millimeter gehen solle, um die Biegsamkeit der Seile zu vermehren. Derselbe giebt den Eisendrahtseilen vor Gussstahldrahtseilen den Vorzug, weil die letzteren wegen geringerer Elasticität auch nur eine geringere Belastung gestatteten.[160])

Die Seile aus Draht werden gegen das Rosten durch Schmieren geschützt, was von Zeit zu Zeit erneuert werden muss; so nimmt man auf den Gruben bei Zwickau die Seile alle 4 Wochen ab und zieht sie durch eine Pfanne, welche mit gleichen Theilen Colophonium, Talg und Leinöl gefüllt und mittelst Kohlenfeuer erwärmt ist.

Saure Wasser sind namentlich für Eisendraht, weniger für Gussstahldraht gefährlich, wogegen man die Seile durch Galvanisiren schützt, bei uns hin und wieder, häufiger in England,[156]) wo man auf den Centner

[156]) Serlo, v. Rohr, Engelhardt a. a. O. S. 83.

[157]) Der Berggeist. Köln 1872. S. 387. — Glückauf. Essen 1872. No. 31.

[158]) Glückauf. Essen 1871. No. 44. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1871. S. 380.

[159]) Der Berggeist. Köln 1871. S. 428.

[160]) Glückauf. Essen 1872. No. 9.

Seil, welcher sonst $12^2/_3$ Thlr. kostet, für das Galvanisiren noch $1^2/_3$ Thlr. bezahlt.

Drahtseile, namentlich aus Eisendraht, reissen oft plötzlich ohne vorherige Anzeichen, was wahrscheinlich mit Molecularbewegungen in Folge der Stösse beim Anheben zusammenhängt; dies ist beim Stahldraht weniger zu befürchten. Jedenfalls bedingt dieser Umstand eine sorgsame Ueberwachung des Seils, wie auch der geringeren Biegsamkeit wegen die Drahtseile grosse Durchmesser der Trommeln und Seilscheiben bedürfen. Auf den Gruben bei Saarbrücken hat man Mittel gefunden, gerissene Drahtseile wieder zu flicken, indem man die gerissenen Stellen abhaut, demnächst die beiden Enden auf die Hälfte der Litzenzahl in einer Länge von 30 Meter zertheilt und sie kreuzweise so über einander legt, dass die Theilungspunkte beider Enden 20 Meter von einander entfernt sind; nunmehr werden von jedem Seilende eine aufgedrehte Hälfte nach ihrem früheren Schraubenwinkel in einander gedreht, so dass auf die Länge von 20 Meter das Seil in der früheren Dicke erscheint, während die beiden Enden, deren theilweise Zusammendrehung bewirkt ist, 10 Meter über die Verbindungsstelle, die unberührten beiden Seilenden aber 30 Meter hervorragen. Diese letzteren werden ebenfalls auf 10 Meter abgehauen, alle 4 Enden aber in ihre einzelnen Litzen aufgedreht und diese dann eine nach der anderen um das Seil gewickelt und in Zwischenräumen von $1^1/_4$ bis $1^1/_2$ Meter 3 bis 4 Mal durch das Seil gesteckt; die nach dem letzten Durchstich noch verbleibenden Drahtenden werden umgebogen und mittelst eines Hammers fest an das Seil geschlagen. Hierdurch erhält das Seil an den beiden Stellen, wo die erste Theilung stattfand, Wülste, welche aber der Haltbarkeit so wenig nachtheilig sind, dass derartig geflickte Seile noch mehre Monate ohne Anstoss in Gebrauch bleiben können.[161])

Der Querschnitt der Seile richtet sich nach der zu hebenden Last, welche zum Theil durch das eigene Gewicht des Seils gebildet wird und daher mit der Tiefe zunimmt; bei grossen Tiefen wendet man daher verschiedene Querschnitte an, namentlich bei Bandseilen.[162])

Praktische Zahlen liefert die Tabelle der Seilerei von Felten und Guilleaume in Köln, der Fabrik von Elliot und Comp. in London mit achtfacher Sicherheit ohne Rücksicht auf das Eigengewicht des Seils, der Fabrik von Newall und Comp. in Gateshead on Tyne mit siebenfacher Sicherheit, der Gebrüder Haggie ebendaselbst mit sechsfacher Sicherheit.[163])

---

161) Eichenauer in Dingler polytechn. Journ. Jahrg. 1864. Bd. 171. S. 276.

162) Ponson t. III. p. 165. — Devillez: de l'exploitation de la houille à la profondeur d'au moins mille mètres. 2e édit. Liège 1859. p. 27.

163) Der Berggeist. Köln 1860. S. 788. — Allgem. berg- u. hüttenm. Ztg. von Dr. C. Hartmann. Quedlinburg 1860. S. 469. — Serlo, v. Rohr, Engelhardt a. a. O. S. 83. — Des Ingenieurs Taschenbuch, herausgegeben von dem Verein „Hütte". Berlin 1865. S. 375.

Auf den Gruben bei Freiberg haben sich gewöhnliche runde Eisendrahtseile besser bewährt als Seile von Draht mit Hanf umsponnen oder aus verzinktem Draht, welche beide im Effect gleich befunden sind, besser auch als Seile aus Gussstahldraht, welche den gewöhnlichen Eisendrahtseilen im Effect näher stehen, als die beiden anderen Varietäten.[164])

Das Königliche Oberbergamt zu Dortmund hat sich veranlasst gesehen, zur Verhütung von Unglücksfällen, welche durch Seilbrüche hervorgerufen werden, eine Instruction zur Berechnung der Tragfähigkeit der Förderseile zu erlassen.[165]) Die Verhütung von Unglücksfällen bei der Seilfahrt erfordert mindestens eine sechsfache Sicherheit bei der Förderung der Bergwerksproducte, worauf bei der Berechnung Rücksicht zu nehmen ist; ausserdem darf die Belastung des Förderkorbes bei der Seilfahrt nicht über 50 Procent derjenigen bei der Förderung der Bergwerksproducte betragen. Zur Berechnung der Tragfähigkeit der Eisendrahtseile dient die Formel

$$P = 7{,}31\, n d^2$$

in welcher P die gesuchte Tragkraft bei sechsfacher Sicherheit in Kilogrammen, n die Zahl und d den Durchmesser der Drähte in Millimetern ausdrückt; wenn in Ermangelung zuverlässiger Angaben die Drahtstärke d direct abgegriffen werden muss, kann zur Controle des erlangten Resultats die Formel

$$d = \frac{6{,}6\, D}{\sqrt{n}}$$

benutzt werden, worin d und n die frühere Bedeutung haben, D aber den Durchmesser des Seils, beziehungsweise der Litze in Centimetern bezeichnet. Für Aloeseile dient die Formel

$$P = 110\, d$$

worin P, wie früher, die Tragfähigkeit, d den Querschnitt des Seils in □ Centimetern ausdrückt; da es aber nicht möglich ist, den Querschnitt des Seils genau zu messen, so controlirt man das gefundene Resultat durch eine Berechnung nach der Formel

$$P = 942\, G$$

worin G das Gewicht eines laufenden Meters Seil in Kilogrammen bedeutet; geben beide Formeln verschiedene Resultate, so ist das geringere als definitiv anzunehmen. Für Hanfseile dient die Formel

$$P = 95\, d$$

in welcher d gleichfalls den Querschnitt des Seils in □ Centimetern ausdrückt; auch hier benutzt man zur Controle die Formel mit den früheren Bezeichnungen

$$P = 985{,}5\, G$$

[164]) Richter: Versuche in berg- u. hüttenm. Ztg. v. Bornemann u. Kerl. 1863. S. 305.

[165]) Der Berggeist. Köln 1870. S. 490. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1870. S. 345. — Berg- u. hüttenm. Zeitg. v. Kerl u. Wimmer. 1871. S 129.

Wenn die Hanfseile getheert sind, wodurch das Gewicht vermehrt und die Festigkeit vermindert wird, so ist in den Formeln für d zu setzen 0,8 d und 0,84 G für G.

Für Gussstahldrahtseile hat dasselbe Oberbergamt nach vorgenommenen Versuchen später die Formel

$$p = 15 \, . \, nd^2$$

acceptirt, worin die Buchstaben dieselbe Bedeutung haben, wie bei Eisendrahtseilen.[166])

Auch in Bezug auf die Statistik über die Haltbarkeit der Seile hat das Oberbergamt zu Dortmund den Weg eingeschlagen, durch Sammlung von Zählblättchen über jedes einzelne Seil im Bezirk und durch Veröffentlichung der Ergebnisse die Grubenbeamten auf die zweckmässigste Construction der Seile und Fördereinrichtungen hinzuführen.[167])

2. Ketten.

Bei Förderungen kommen Ketten ausschliesslich wohl kaum noch vor, wohl aber als Zwischenglieder. Man unterscheidet Gliederketten, welche die gewöhnliche Form haben, und Laschen- oder Panzerketten, wie sie in Südwales und Staffordshire vorkommen, welche durch rechteckige Glieder gebildet werden. Durch die alternirende Gliederreihe steckt man wohl Holzkeile, Fig. 379, wodurch man eine Art Bandkette erhält,[168]) oder es werden eiserne Platten durch je 3 Glieder mit einander verbunden.[169]) Fig. 380.

Fig. 379.

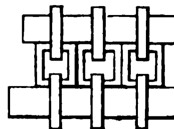
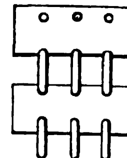


Fig. 380.



### *c.* Verbindung des Seils mit dem Gestell.

Die Verbindung des Seils mit dem Gestell erfolgt durch Schurz- oder Zwieselketten, wobei nicht immer üblich, aber doch zweckmässig die Einschaltung eines Wirbels stattfindet, besonders bei Rundseilen und schwerer Last. Wenn man eine Kette anwendet, ist sie wohl als Panzerkette gebildet, kommt aber nur bei pyramidalem Gestell vor, sonst findet man 4 Ketten gewöhnlicher Construction.

---

166) Glückauf. Essen 1871. No. 44.
167) Ebenda 1871. No. 48.
168) Busse a. a. O. Bd. 6. S. 80.
169) Herold ebenda Bd. 3. S. 54.

Für Drahtrundseile hat man folgende Verbindungen:[170])

1. Fig. 381. Eine konische Büchse wird über das Seilende gezogen, dessen Drähte nach Aussen über die Büchse zurückgebogen werden, darüber wird eine zweite Büchse gestülpt, welche nach Unten in einen Bügel zur Aufnahme der Zwieselketten ausläuft.

Fig. 381.



Fig. 382.

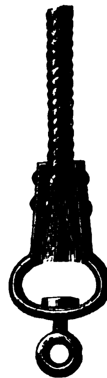


2. Fig. 382. Nachdem eine Büchse über das Seilende gezogen ist, wird dasselbe zu einem Knäuel aufgedreht und der Raum mit Zink vergossen; auch hier läuft die Büchse unten in einen Bügel aus.

Fig. 383.



Fig. 384.



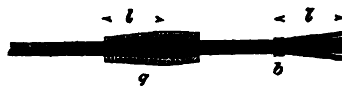
3. In Westfalen geht das Seil bald über eine Rolle oder einen Ring Fig. 383, bald in eine Büchse Fig. 384, wobei das Seil entweder nur mit seinem Ende zurückgelegt und mit aufgezogenen Ringen befestigt oder aufgedreht wird, während die Drähte umgebogen werden, auch wird zu grösserer Befestigung wohl noch ein Keil in die Büchse eingetrieben.

[170]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 7. A. S. 77. 156. — Serlo, v. Rohr, Engelhardt ebenda Bd. 10. B. S. 84.

4. Auf den sächsischen Gruben hat man ein Laschenschloss zur Verbindung, welches aus zwei Eisenplatten mit entsprechender Vertiefung und runder Pfanne für die Seilknäuel besteht, die Vertiefungen sind mit Furchen versehen, in welche weiches Muldenblei eingepackt wird, während das Ganze durch Schrauben fest zusammengezogen wird.

5. Bei dem oben S. 99 erwähnten Etagenkorb auf der Grube Heinitz erfolgt die Befestigung des Seils in einer mit Zink ausgegossenen Hülse, welche direct mit dem Förderkorb in Verbindung gebracht wird.[171]) Man schneidet das Seilende gerade ab und schiebt es durch die Hülse q (Fig. 385) so weit hindurch, dass man es bequem handhaben kann. Der

Fig. 385.




Theil l der Hülse ist zur Aufnahme des Seilendes bestimmt. Dasselbe wird auf die Länge von $^5/_4$ l aufgedreht und, damit die Auflösung nicht weiter sich fortsetzt, bei b ein dünner Draht umgewunden. Die einzelnen Drähte werden von Theer gereinigt und um so viel umgebogen, dass sie die Länge l behalten, worauf man sich versichert, dass die Hülse über das so verdickte Ende aufzuschieben ist. Demnächst werden die Drähte mit Salzsäure abgebeizt und durch Eintauchen in geschmolzenes Zinn verzinnt. Hierauf wird die Hülse definitiv aufgeschoben, unten verschraubt, handwarm gemacht und in aufrechter Stellung mit Zink ausgegossen.

Runde Hanfseile für kleine Förderwagen, also von geringem Durchmesser, biegt man wohl nur aufwärts um und vernäht die Enden mit Leder oder umwickelt sie mit dünnem Tau; bei stärkerem Durchmesser nimmt man hier, wie bei den Drahtseilen, einen Ring, über den sich das Seilende legt.

Bei Bandseilen jeder Art legt man entweder zu beiden Seiten vernietete oder verschraubte Laschen an, welche unten in einen Ring zusammengehen, Fig. 386, 387, oder man biegt das Seilende besser über einen Ring und befestigt dasselbe durch Spangen, Fig. 388, 389.

An den Enden der Zwieselketten bringt man Haken an, am besten mit schliessender Feder, Fig. 390, welche das Ausspringen verhindert; wenn man nicht vorzieht, geschlossene Ringe anzuwenden, welche dann an das Gestell angeschweisst werden müssen, was unbequem sein kann.

Durch das plötzliche Anheben der Maschine leiden die Seile sehr, weshalb öfteres Erneuern des untern Stücks nothwendig wird, zu welchem Zwecke man das Seil um so viel länger nimmt, dass Reserveumschläge auf die Trommel gelegt werden können. Um die Wirkung des Anhebens zu verhindern, hat man elastische Mittel eingeschaltet und angebracht, und zwar:

---

[171]) Pinno a. a. O. in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 18. B. S. 41.

1. Seilfederbüchsen, welche neuerdings von Felten und Guilleaume in Köln für verschiedene Lasten construirt werden;[172]) in einer Büchse, welche oben mit dem Seil, unten mit der Zwieselkette durch Wirbel ver-

Fig. 386.



Fig. 387.



Fig. 388.



Fig. 389.



Fig. 390.



bunden ist, befindet sich eine Stahlfeder, welche beim Anhub zusammengedrückt wird und den Stoss für Seil und Gestell unschädlich macht. Für Förderlasten von 20 bis 60 Centner hat die Büchse ein Gewicht von 110 bis 200 Pfund und kostet 30 bis 65 Thaler.

2. Gummipuffer werden auf den Gruben bei Saarbrücken[173]) angewendet; es sind dies Cylinder von (3½ Linien) 8 Millimeter starkem Eisenblech, (12 Zoll) 31 Centimeter hoch und weit, verstärkt durch drei Eisenbänder, oben und unten durch Deckel von (6 Linien) 13 Millimeter starkem Eisenblech geschlossen, welche aussen durch 4 Zugschrauben gehalten werden; in dem Cylinder sind 2 Kolben angebracht, von denen der obere mittelst einer Stange und Wirbel mit dem Seil, der untere mit der Zwieselkette verbunden ist. Ueber, beziehungsweise unter dem Kolben liegen 6 Gummischeiben, welche beim Anheben zusammengedrückt werden und so den Stoss aufnehmen.

Derselbe Zweck wird erreicht, wenn man nach Angabe von Guibal die Seilscheiben auf Federn legt oder auch schon die Angewägebalken der Seilscheiben lang und federnd herstellt, wodurch die Wirkung des Stosses von dem Seil abgelenkt wird.

---

[172]) Serlo, v. Rohr, Engelhardt a. a. O. S. 84.
[173]) Ebenda; auch dieselbe Zeitschr. Bd. 6. A. S. 89.

### d. Fangvorrichtungen.

Fangvorrichtungen kommen vorzugsweise in seigeren oder stark geneigten tonnlägigen Schächten zur Anwendung und immer in Verbindung mit dem Fördergestell oder doch mit dem Rahmen zur Seilleitung. Es giebt sehr verschiedenartige und in der Zuverlässigkeit sehr verschiedene Einrichtungen, die von der Art der Schachtzimmerung, beziehungsweise der Leitung abhängig sind; die besseren Constructionen basiren auf dem Vorhandensein von hölzernen Leitbäumen zu jeder Seite des Fördertrums, man hat sie zwar auch bei Leitungen von eisernen Schienen, auch bei Drahtseilleitungen versucht, doch sind diese Ausführungen bisher nur in seltenen Fällen als gelungen zu betrachten.[174])

Es giebt kaum einen Gegenstand der Bergtechnik, welcher eine grössere Zahl von Versuchen und Constructionen hervorgerufen hätte, als die Fangvorrichtung zur Sicherung der Förderung in Schächten gegen die aus einem Seilbruch entstehenden Gefahren, und dennoch ist es noch nicht gelungen, einen Apparat ausfindig zu machen, welcher geeignet wäre, für alle Fälle rechtzeitig und zuverlässig zu wirken, was namentlich in Rücksicht auf die immer ausgedehntere Benutzung der Seilfahrt durch Menschen zu den unabweisbaren Zielen gehört. Die Ansprüche, welche an eine zweckmässige Fangvorrichtung zu machen sind, lassen sich in folgende Punkte zusammenfassen:[175])

1. die Vorrichtung muss für eine Fördergeschwindigkeit von 7,8 bis 9,4 Meter in der Sekunde bei einer Belastung des Seils von ca. 60 Centner ausreichend stark construirt sein;

2. sie muss sich der vorhandenen Schachtzimmerung anpassen und, wenn irgend möglich, die vorhandenen Leitbäume, welche in der Regel in Holz ausgeführt sind, zum Anklammern beim Seilbruch benutzen; die Excenter, Keile, geschärften Hebel oder die sonst zum Greifen bestimmten Theile müssen auf den Seitenflächen, nicht auf den inneren Flächen der Leitbäume fassen;

3. der Bewegungsmechanismus der Vorrichtung muss möglichst einfach hergestellt werden und es gestatten, dass die an den zwei Seiten ein und desselben Leitbaumes eingreifenden Fangapparate so weit sich vorschieben, dass sie, wenn kein Leitbaum vorhanden wäre, sich gegen einander stemmen würden;

4. das Auffangen des Fördergefässes muss ohne Stoss geschehen;

5. die Vorrichtung muss durchaus selbstthätig wirken und darf nur durch Einölen in Function gehalten werden müssen, einer andern Wartung aber nicht bedürfen;

---

[174]) Baure über Fangvorrichtungen in der berg- u. hüttenm. Zeitg. von Bornemann u. Kerl. Freiberg 1860. S. 70 ff.

[175]) Malmedie: über Fangvorrichtungen für Fördergefässe in Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure. Berlin. Bd. 12. S. 366.

6. sie darf beim gewöhnlichen Gange keiner Abnutzung unterworfen sein, und deshalb sind die Federn so anzuordnen, dass sie nur im Falle des Seilbruchs in Thätigkeit treten, sonst aber keinerlei Belastung zu tragen haben;

7. Gummi oder Kautschuk sind als elastisches Material, weil im Augenblick der nothwendigen Wirkung unzuverlässig, zu verwerfen;

8. jedes Fördergestell ist mit einem spitzgiebeligen Dache zu versehen, um das beim Reissen niederfallende Seil zu tragen und von den im Korbe befindlichen Personen abzuhalten.

Die angegebenen Quellen führen eine grosse Zahl damals bekannter Fangvorrichtungen auf, welche sich nach ihren Principien in vier Klassen theilen lassen:

Fangvorrichtungen mit Riegeln, welche in besonders construirte Leitbäume eingreifen (repräsentirt durch die Construction von Büttgenbach),

Fangvorrichtung mit eingreifenden Hebeln (Construction Fontaine),

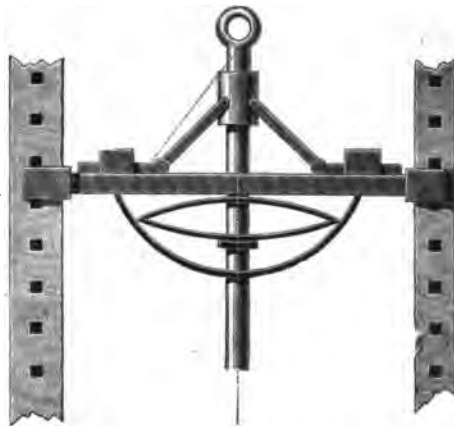
Fangvorrichtung mit Excentrics (Construction White und Grant),

Fangvorrichtung mit wirkenden Keilen (System Fourdrinier, Aytoum).

Es würde den Raum weit überschreiten und dem Zweck nicht entsprechen, alle theils in der Ausführung, theils im Project bekannt gewordenen Fangvorrichtungen zu beschreiben; es wird genügen, sie aufzuführen und bei einzelnen wichtigeren etwas länger zu verweilen.

1. An dem Gestell sind vorspringende Hebel oder Riegel angebracht, welche im Falle des Seilbruchs an der Schachtzimmerung oder

Fig. 391.



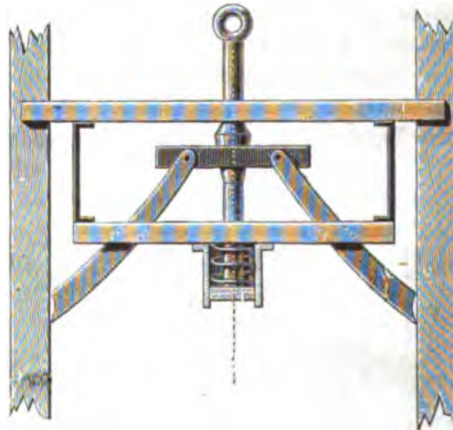
an zwischen diese gesetzten, ausgeschnittenen Hölzern Halt finden sollen, wohin auch die allerältesten Vorrichtungen gehören, nämlich Hebel, welche durch das Gewicht der niederfallenden Kette aufgeklappt werden sollen. Als Vertreter ist der Apparat von Büttgenbach Fig. 391 zu zählen, an

welchem die Hebel durch 2 untereinander liegende Wagenfedern oder durch eine solche und eine darüber angebrachte Spiralfeder zurückgeklappt gehalten werden; beim Seilbruch lassen die Federn in ihrer Wirkung nach, so dass die Hebel aufklappen und in Bolzen, welche zwischen den Jochhölzern stehen und eingekerbt sind, eingreifen, wobei die Führung des Gestells in den Ecken erfolgt. In gemauerten Schächten hat man gleichsam Fahrten, entweder aus Eisen oder aus 2 hölzernen Leitbäumen mit Sprossen, in welche die Hebel einzugreifen haben, die Führung erfolgt dann an der Aussenseite der Leitbäume.

Hierher gehört eine Fangvorrichtung von Merrick, bei welcher gezahnte Klauen in eine an der Leitung befindliche gezahnte Stange zu greifen haben. — Aehnlich greifen bei der Fangvorrichtung an dem Fördergestell von Turner, Grey und Breydon Sperrklinken in gezahnte Stangen, welche an den Leitungen angebracht sind.[176])

2. Das zweite Princip ist das, dass der Leitbaum durch den Fangapparat von Innen nach dem Stoss zu gedrückt wird. Hier hat sich die Construction von Fontaine zu Anzin bewährt, welche 1851 zuerst angewendet wurde. Fig. 392. Im Wesentlichen besteht der Apparat aus

Fig. 392.



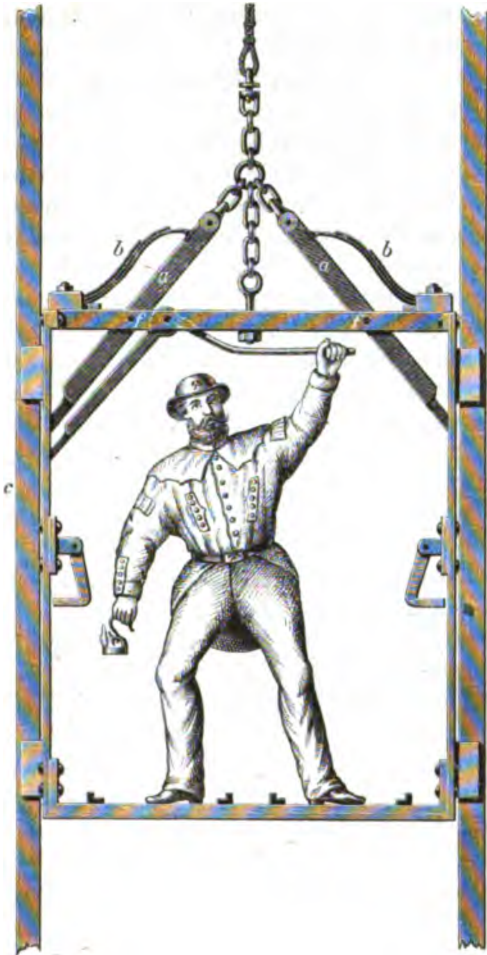
2 um feste Punkte drehbare Hebel, welche unten mit Klauen versehen sind und beim Seilbruch mittelst zweier an den oberen Enden wirkender Federn oder einer auf die Drehpunkte der Hebel wirkender Spiralfeder mit den Klauen in die beiderseitigen Leitbäume eingeschlagen werden, wodurch das Hängenbleiben des Gestells bewirkt wird. Das Gewicht des Apparats beträgt je nach der Last 340 bis 500 Pfund; es sind bereits viele Fälle constatirt, in denen diese Vorrichtung Verunglückungen verhütet hat, obschon auch Fälle des Versagens vorkommen.

---

176) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl und Wimmer. Leipzig 1871. Seite 154.

Nach dem Princip von Fontaine ist auf der Steinkohlengrube Constantin der Grosse eine Vorrichtung von dem Betriebsführer Borgsmüller ausgeführt.[177] Die Hebel aa (Fig. 393) befinden sich beim Anhub

Fig. 393.




des Förderseils unter dem Druck der Federn bb, welche beim Seilbruch die Hebel um die Drehpunkte ff so herumwerfen, dass die Klauen zum Eingreifen in die Schachtleitungen gelangen. Ausserdem ist ein Handhebel vorhanden, welchen einer der Fahrenden bei der Fahrt in der Hand führt, um im Falle eines Seilbruches sofort eingreifen zu können. Auch auf der Steinkohlengrube comb. Gottessegen in Oberschlesien ist eine Fon-

---

[177]) Hauchecorne in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 17. B. S. 79.

taine'sche Vorrichtung ausgeführt, welche schon Gelegenheit gehabt hat, sich zu bewähren. — Die Fontaine'sche Fangvorrichtung hat den Nachtheil, dass die durch die Federn ausgespreizten Fangarme mit ihren Klauen beim Niedergange des Gestells sich leicht in den Leitungen aufhängen und Störungen der Förderung durch jeden hervorspringenden Nagel oder Holzsplitter, jede Rauhheit oder geringe Ausbiegung der Leitungen verursachen. Zur Vermeidung dieses Uebelstandes hat Taza-Vilain zu Anzin die Construction abgeändert.[178]) Die Fangarme sind am obersten Querbalken des Fördergestells frei und unabhängig von der sog. Königsstange aufgehängt, so dass sie nicht mehr an den Leitungen anstreifen. Zwei andere Arme, Stosshebel genannt, stehen mit der Königsstange in Verbindung, wie sonst die Fangarme bei Fontaine; diese Stosshebel sind bestimmt, beim Seilbruch die Fangarme gegen die Leitung zu drücken, sie berühren dieselben für gewöhnlich nicht, sondern erst, wenn die mit der Königsstange in Verbindung stehende Spiralfeder auf $^3/_8$ ihres ganzen Ausdehnungsraumes sich gelüftet hat. Bei eintretenden Hindernissen wird also eine Wirkung der Fangarme nicht bemerkbar, so dass ein Festsetzen des Förderkorbes nicht mehr stattfindet. Versuche auf der Grube la Reussite bei Anzin sind günstig ausgefallen. Es wird noch als Vorzug gerühmt, dass die im Förderkorb fahrenden Arbeiter im Stande sind, die frei herabhängenden Fangarme selbst zu dirigiren und den Korb festzuhängen, wenn sie sich gegen Nachlässigkeit und Ungeschicklichkeit des Maschinenführers sichern wollen. — Auf dem Fontaine'schen Princip beruht auch die Vorrichtung von Holtfort in Essen, welche auf der Steinkohlengrube ver. Sälzer und Neuack daselbst zur Anwendung gelangt ist.[179])

3. Bei der dritten Klasse werden die Leitbäume von den beiden Seiten her durch gezahnte Excentrics gedrückt.

Als Repräsentant dieser Einrichtung ist der Fangapparat von White und Grant, Fig. 394, 395, 396, bei welchem häufig die Excentrics gleichzeitig die Leitschuhe abgeben,[180]) was indess nicht zu empfehlen ist, weil der eigentliche Fangapparat dadurch in zu grossem Abhängigkeitsverhältniss zum Fördergestell steht. Zum Spannen dienen Federn der verschiedensten Art, Spiral- oder Wagenfedern, oder auch Gummibänder, die sich aber nicht bewähren sollen. In der Provinz Sachsen hat man zu diesem Zweck Gewichte an Hebeln benutzt, welche aber nur mit der Differenz der Fallgeschwindigkeit wirken und daher nicht recht zuverlässig sind.

---

[178]) Parachute à griffes isolées in Bulletin de la société de l'industrie minérale. Paris. t. 13. p. 547. — Berg- und hüttenm. Zeitung von Kerl und Wimmer. Leipzig 1869. S. 207.

[179]) „Glückauf." Essen 1869. No. 1. — Der praktische Maschinenconstructeur v. Uhland. Leipzig 1869. S. 289.

[180]) Dunn: a treatise on the winning and working of collieries. 1852. S. 127. — Herold a. a. O. S. 61. — Ottiliä a. a. O. Bd. 8. B. S. 320.

In dieses System gehört die von Hohendahl zu Friedrichshall construirte, auf der Eisensteinzeche Neu-Essen II bei Rellinghausen in

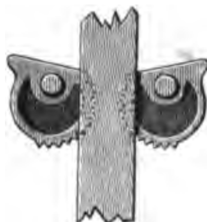
Fig. 394.



Fig. 395.



Fig. 396.



Westfalen eingeführte Fangvorrichtung,[181]) welche sich von der ursprünglichen Construction nur durch die bewegende Kraft beim Herumwerfen der Excentrics im Falle des Fangens unterscheidet. Denn während die-

[181]) Hauchecorne: a. a. O. S. 80.

selbe sonst durch Federn oder Gummibänder erzeugt wird, geschieht dies hier durch Luft, welche in einem auf dem Fördergestell angebrachten

Fig. 397.

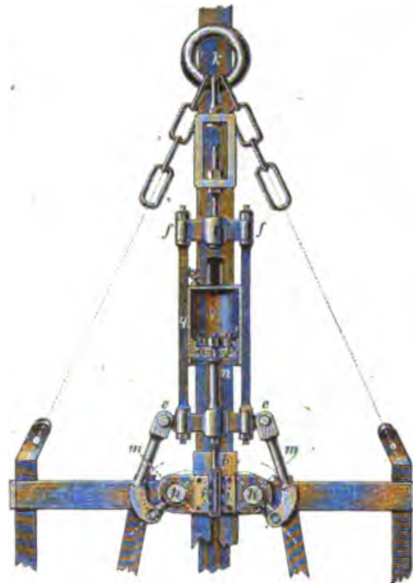
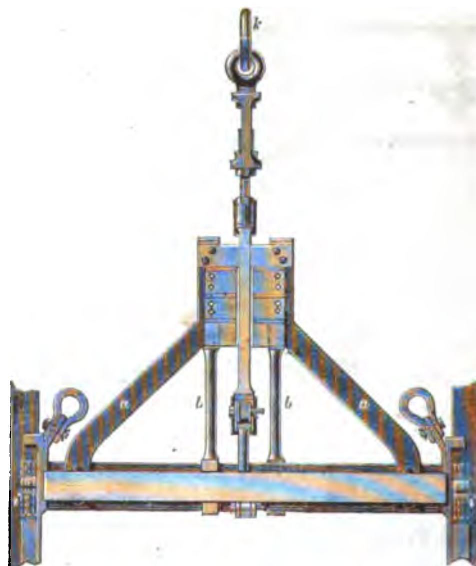


Fig. 398.



kleinen Messingcylinder durch Anheben des Förderseils comprimirt wird. Dieser Cylinder c (Fig. 397 und 398) ist auf dem Hauptquerstück des

Fördergestells durch die Stützen aa befestigt, er ist nach Unten offen, in ihm bewegt sich der luftdicht schliessende Kolben d, dessen Stange nach Unten mit dem Querhaupt e und nach Oben durch Zugstangen mit dem Querhaupt f verbunden ist, welches an der Zwieselkette hängt. Das Querhaupt e wirkt durch die Zugstangen mm auf die Hebel, welche auf den die Excentrics tragenden Wellen aufsitzen. Im Zustand der Ruhe steht der Kolben im Luftcylinder unten und die Excentrics greifen in den Leitbaum ein. Beim Anheben des Förderseils wird vermittelst des Querhaupts f das Querhaupt e und mit ihm der Kolben d bis in seine höchste Stelle gehoben, zugleich werden die Hebelarme m angezogen und dadurch die Excentrics geöffnet. Dabei wird die Luft im Cylinder auf $^1/_5$ ihres Volumens zusammengedrückt, so dass eine Spannung von 5 Atmosphären oder 4 Atmosphären Ueberdruck in dem Cylinder eintritt, welcher bei einem Seilbruch, wo das Querhaupt f und mit ihm der Kolben fällt, wirksam wird und dadurch die Excentrics herumwirft, so dass sie in die Leitbäume eingreifen. Der Apparat hat sich gut bewährt. — An dem oben S. 99 erwähnten Fördergestell auf den Gruben von Blanzy ist eine Fangvorrichtung von White und Grant mit Spiralfedern angebracht, welche bisher noch jeden Unglücksfall bei der Seilfahrt vermieden haben soll.[182]) — Auf der Galmeigrube Altenberg bei Aachen wird eine von Krauss und Kley angegebene Fangvorrichtung[183]) angewendet, welche zunächst ganz nach dem Princip von White und Grant construirt ist; das Herumwerfen der Excentrics wird durch Gummibänder bewirkt. Der möglichst rapide Eingriff der Excentrics geschieht hauptsächlich in Folge der verschiedenen Fallgeschwindigkeit des oberen Theils des Förderkorbs d. h. der Excentricachsen und des unteren Theils, in welchem die Last ruht. Dieselbe wird dadurch hervorgerufen, dass auf der Excentricwelle ein Fallschirm aus Eisenblech sitzt, welcher beim Niedergehen des Korbes der Luft Widerstand entgegensetzt und dadurch veranlasst, dass die Zugkraft der Last vermöge der nach dem Seilbruche sich rasch steigernden Geschwindigkeit plötzlich stärker auf ihre Aufhängepunkte in den unteren Hebelsarmen der Excentrics wirkt und dadurch das Eingreifen der letzteren beschleunigt. Der Apparat, welcher bereits seit dem Jahre 1861 im Betriebe befindlich ist, hat in verschiedenen Fällen, wo ein Seilbruch eingetreten war, functionirt und vor Unfällen geschützt. — Derselbe Gedanke liegt der Vorrichtung von Calow[184]) zu Grunde, doch soll die geringere Fallgeschwindigkeit des oberen Theils des Fördergestells in völlig unzureichender Weise durch eine Spiralfeder hervorgerufen werden.

4. Die Keilfangvorrichtungen erlangen in neuerer Zeit häufigere Anwendung. Eine solche ist an dem bereits mehrfach erwähnten, von

---

[182]) Burat: les houillères en 1868. p. 105.

[183]) Bilharz: Förderkorb mit Fangvorrichtung auf der Grube Altenberg in Zeitschr. d. Vereins deutscher Ingenieure Bd. 13. S. 499.

[184]) The Mining Journal. London 1869. p. 764.

gegensetzt. Dieselbe ist bis jetzt Project geblieben und hat begründeten Widerspruch erfahren, weshalb sie hier nur erwähnt sein mag.[189])

Es würde zu weit führen, alle einzelnen Abänderungen der Fangvorrichtungen hier aufzuzählen, wie es in ziemlich erschöpfender Weise in dem oben angezogenen Aufsätzen von Baure und Malmedie geschehen ist; zu erwähnen dürfte noch die in neuester Zeit in Westfalen zur Anwendung gelangte Fangvorrichtung von Lohmann[190]) sein, welche darin ihren Vorzug hat, dass ihre Wirkung vollständig unabhängig von dem Seil und dem Fördergestell ist; sie beruht auf dem Satze, dass ein frei fallender Körper sein Gewicht verliert. Die Fangeklauen, ähnlich denen an der Vorrichtung von Fontaine, sind für gewöhnlich frei herabhängend und berühren den Leitbaum nicht, sie können durch die angespannt gehaltene Feder, deren Kraft dem halben Gewicht der Klauen entspricht, nicht gehoben werden. In dem Augenblick, wo das Seil reisst, fällt der Korb frei im Schachte herab, er verliert sein Gewicht, mit ihm auch die Fangeklauen, so dass jetzt die Kraft der Feder genügt, diese zu heben und mit den Leitbäumen in Berührung zu bringen; in diesem Moment ist der freie Fall gehindert, der Korb gewinnt sein Gewicht wieder, durch welches dann die Klauen noch tiefer in die Leitbäume eingebohrt werden und das Fangen vollendet ist. Während bei den übrigen Vorrichtungen die Federn, beziehungsweise Gummibänder erst die Spannkraft durch den Bruch des Seils gewinnen, ist hier die Feder dauernd in Spannung und functionirt sofort, wenn der freie Fall des Korbes eintritt, nur wird man darauf zu wachen haben, dass die Feder nicht während des ungestörten Betriebs von ihrer Spannung verliert, weil sonst ein Fangen unmöglich wird.

Fast allen Fangvorrichtungen hängt der Uebelstand an, dass nach einem Seilbruche das frei gewordene Fördergestell ein so bedeutendes Fallmoment gewinnt, dass die Fangapparate, statt zu fangen, zertrümmert werden; nur die noch zu erwähnende Fallbremse von Hoppe ist im Stande, den fallenden Korb allmälig zur Ruhe zu bringen. Eine gleiche Absicht verfolgt die Einrichtung des Bergraths von Sparre zu Oberhausen[191]) für die sonstigen Fangvorrichtungen, indem er dieselben an einen vom Fördergestell unabhängigen Rahmen anbringt, diese den Stoss des Fangens aufnehmen lässt, während der inzwischen mit verzögerter Geschwindigkeit weiter fallende Förderkorb allmälig festgehalten wird, so dass der Fang-

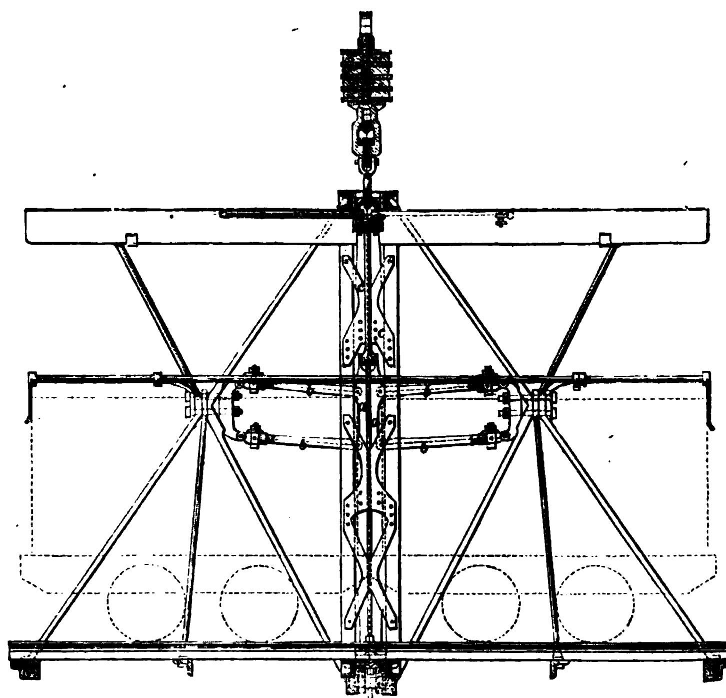
[189]) Eichenauer: Fangvorrichtung für Fördermaschinen in Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure Bd. 13. S. 225. — Desgl. in Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1869. S. 405. — Bemerkungen über dieselbe in Berggeist. Köln 1869. S. 537. 557.

[190]) Heising: über Fangvorrichtungen in „Glück auf" 1867. No. 13. 14. Jhrg. 1868. No. 39. 40. — Mohr in den Sitzungsberichten der niederrheinischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde in Bonn. S. 61 in den Verhandlungen des naturhistor. Vereins der preuss. Rheinlande und Westfalens. Bonn. Jahrg. 27.

[191]) Der Berggeist. Köln 1872. S. 331.

apparat bereits gewirkt hat, bevor das Fallmoment des Korbes sich äussern kann. Der Rahmen besteht aus einem eisernen Träger a (Fig. 401, 402), welcher aus T-Eisen besteht und an den Enden mit schuhartigen, denen des Fördergestells genau entsprechenden Leitungen ausläuft und mit diesen die Leitbäume h umfasst. In der Mitte des Trägers befindet sich eine Rundung, in welcher ein 2 bis $2^1/_2$ Meter langes, 13 Centimeter weites schmiedeeisernes Rohr b mit angeschweisstem Boden befestigt ist. Dieser hat in der Mitte ein Loch und ist mit einem kurzen Ansatzstück c versehen, an dem eine Stopfbüchse angebracht ist. Durch die Stopfbüchse geht eine Kolbenstange d, an deren unterem Ende das Fördergestell A hängt, während sie am oberen den Kolben e trägt, über welchem durch den Ring f die Verbindung mit dem Seile g hergestellt wird. Der Raum im Rohre ist mit Luft und weichem Material, wie Seegras, Pferdehaar, Heu angefüllt. Als Fangvorrichtung trägt der Rahmen die Lohmann'sche ik, kann aber auch jede andere erhalten. Bei einem Seilbruche greift zunächst der Fangapparat in die Leitbäume h, während das Fördergestell

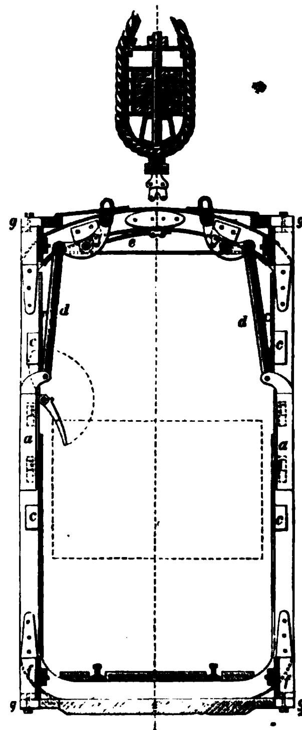
Fig. 403.



noch um die ganze Länge der Kolbenstange, also 2 bis $2^1/_2$ Meter, weiter fällt, dabei aber die unter dem Kolben befindliche Luft und das zusammendrückbare Material comprimirt und mit verzögerter Geschwindigkeit endlich festgehalten wird.

Zum Fangen an eiserner Schachtleitung ist von dem Ingenieur Hoppe auf dem Hoppeschacht der Abendsterngrube bei Rosdzin in Oberschlesien eine sinnreiche Construction ausgeführt, welcher er den Namen Fallbremse gegeben hat.[192]) Dieselbe beruht auf dem Princip, dass die Reibung der Bremsbacken an den Leitstangen die lebendige Kraft des fallenden Fördergerippes aufhebt, was sie bei jeder Bewegung des Fördergerippes, sobald das Seil sie nicht mehr trägt, zu bewirken hat, während sie selbst den normalen Betrieb nicht hindern darf. Dabei ist die zuverlässige angemessene Begränzung des Bremswiderstandes eine unerlässliche Bedingung, wenn nicht eine Zerstörung der Förderschale eintreten soll. Die Bremse wird durch ein Paar Backen aa (Fig. 403, 404) mit glatten

Fig. 404.




harten Bahnen gebildet, welche an den ⊢förmigen Leitungsschienen gleiten und an dieselben durch die Lenkstangen bb angedrückt und mit diesen und der Zugstange dd durch je eine Feder e nach Oben gezogen werden. Die Lenkstangen bb werden durch Keilschrauben so gestellt, dass die Bremsbacken 26 Millimeter (1 Zoll) unter ihrer höchsten Stellung oder

[192]) Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure Bd. 14. S. 619. — Pietsch in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 19. B. S. 66.

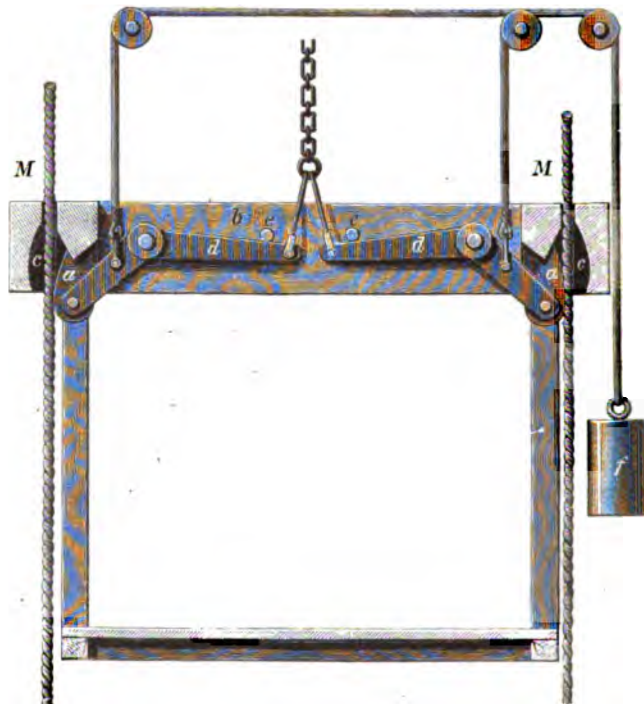
52 Millimeter (2 Zoll) unter der Stellung, wo die Lenkstangen wagerecht liegen würden, mit ihrer ganzen Bahn die Leitschienen berühren, ohne dieselben nach irgend einer Seite aus ihrer geraden Richtung hinauszudrängen. Die Federn e werden so angespannt, dass sie die Bremse in dieser Lage so eben zuverlässig tragen. Der Hub der Bremsbacken ist nach Oben durch die Führungsschlitze der Lenkstangen auf 26 Millimeter über die angegebene Stellung begränzt und drückt, wenn er diese Gränze erreicht, mittelst der Lenkstangen deren Stützpunkt um $1^3/_4$ Millimeter nach jeder Seite hinaus, wogegen das Fördergerippe einen elastischen Widerstand bietet, welcher umgekehrt die Bremsbacken mit derselben Kraft gegen die Leitschienen drückt und dadurch eine Reibung erzeugt, welche bei nahezu glatt gelaufenen, unsauber geschmierten Schienen so stark ist, dass das Sinken des Förderkorbes nur noch der einfachen Förderlast entspricht und in 1 Sekunde beendet ist. Auf die gleichmässige Stärke der Leitungsschienen ist nach Möglichkeit Bedacht zu nehmen, jedenfalls sind die dünneren nach Oben, die dickeren nach dem Schachttiefsten zu bringen; sollte durch den Gebrauch ein Dünnerwerden eintreten, so ist die ursprüngliche Stellung der Lenkstangen entsprechend zu corrigiren. Auch für eine genügende Steifigkeit und eine solide Befestigung der Leitschienen ist Sorge zu tragen, damit kein Verbiegen oder selbst Knicken derselben stattfinden kann, wenn die Bremse angreift. Bei regelmässigem Betriebe gleiten die Bremsbacken nie unter Druck an den Leitschienen, nur beim Aufsetzen auf der Hängebank oder im Füllorte legen sie sich ruhig an, so dass ein Abschleissen ihrer Bahnen nicht stattfindet. Ueber und unter den Bremsbacken sind noch Eckeisenstücke cc am Gerüst befestigt, welche bei etwaigen Schwankungen oder kleinen Verbiegungen der Leitschienen verhindern, dass diese an die Bremsbacken streifen und diese zum Einrücken veranlassen. Gegen die Folgen des unvorsichtigen Ausrückens dient ein Kautschukpuffer, welcher mit der Schraube h so weit angespannt wird, dass er nur bei Ueberschreitung der Förderlast weiter nachgiebt, mithin keinen unnützen todten Gang erzeugt. Andererseits ist zur Vermeidung der Nachtheile eines zu plötzlichen Aufsetzens im Schachttiefsten ein federndes Schwellenwerk eingebaut, welches weiter unten noch erwähnt werden soll.

Zum Fangen des Förderkorbs bei Anwendung von Drahtseilleitung ist von Merrick eine Construction angegeben.[193]) Die Bremskeile haben die in Figur 405 verdeutlichte Form a, ihnen vollständig entsprechend sind die mit dem Querbalken b des Fördergestells verbundenen Führungen cc, welche die Drahtleitungen MM′ aufnehmen, ausgekehlt. Die Keile aa sind mit dem kurzen Arm der Winkelhebel dd verbunden, an deren langem Arm die Zwieselkette befestigt ist. So lange diese angezogen bleibt, werden die langen Arme der Hebel in die Höhe gezogen, wobei

[193]) The Practical Mechanics' Journal. London 1868/69. p. 204.

indess der Aufzug durch die Stifte ee begränzt ist; hierdurch werden die Keile ausserhalb der Seilführung cc erhalten; sobald das Förderseil bricht und die Zwieselkette schlaff wird, machen die Winkelhebel eine Drehung,

Fig. 405.




so dass die Keile in die ihnen entsprechende Oeffnung der Leitungsführung eintreten können und die Seilleitung anpressen, was dadurch unterstützt wird, dass mit den Winkelhebeln das Gewicht f verbunden ist, welches nach dem Schlaffwerden der Zwieselketten thätig wird und das Anpressen der Keile an die Seilleitung wirksam werden lässt, so dass der Förderkorb festgestellt wird. — Von zweifelhafterer Wirksamkeit ist die von John King angegebene Fangvorrichtung für Drahtseilleitung.[194])

Alle Apparate haben den Nachtheil, dass sie die todte Last vermehren. Die Wirksamkeit wird am ehesten eintreten, wenn der Seilbruch beim Aufgange des Gestells erfolgt, weil alsdann dasselbe beim Niederfallen durch den todten Punkt hindurch passiren muss und hier das Greifen des Apparats am wirksamsten wird. Als gelöst ist die Aufgabe, den Seilbruch unschädlich zu machen, noch nicht zu betrachten, immerhin aber vermehren die Fangapparate die Sicherheit, namentlich beim Fördern von

[194]) Berg- u. hüttenm. Zeitung v. Kerl u. Wimmer. Leipzig 1871. S. 120.

Menschen, wenn man sich dadurch nicht verleiten lässt, dem Zustande des Seils und aller zur Förderung gehörenden Vorrichtungen geringere Aufmerksamkeit zu schenken. Durch die Befürchtung, diese Aufmerksamkeit vernachlässigt zu sehen, ist auf den englischen Bergwerken die Anwendung von Fangvorrichtungen nicht allgemein verbreitet.[195])

Zu missbilligen sind die Versuche, durch die auf dem Gestell fahrende Mannschaft die Hemmung des fallenden Fördergestells bewirken zu lassen.

Für tonnlägige Schächte sind die Fangvorrichtungen wenig ausgebildet; bringt man sie nach Art der in seigeren Schächten an, so würden meistentheils besondere Fangbäume erforderlich sein. Wenn mehrere Wagen in einem Zuge in flachen Schächten gefördert werden, hat man wohl einen besonderen Wagen angehängt, der hinten mit einer in eine Klaue endenden eisernen Stange versehen ist; dieselbe schleppt beim Aufziehen des beladenen Zuges nach und soll beim etwaigen Seilreissen den Niedergang des Zuges hemmen. Beim Einhängen des leeren Zuges, wo der betreffende Wagen vorn läuft, wird die Stange durch eine leichte Kette oder Schnur, die über eine Rolle bis vorn zum ersten Wagen geht, an das Seil der Art angeschlagen, dass beim Reissen des Seils die Stange niederfällt und die Hemmung des Zuges bewirken soll. Die Wirkung ist eine sehr zweifelhafte, so dass leider sehr häufig in flachen Schächten die Züge durchgehen, Zerstörungen der Wagen und der Schachtzimmerung, ja auch Verlust von Menschenleben hervorgerufen werden.

Für den tonnlägigen Schacht Vincke der Zeche Nachtigall-Neuglück in Westfalen ist eine Fangvorrichtung versucht worden.[196]) An das Fördergestell sind die in Charnieren beweglichen Haken hh (Figur 406) angebracht, welche durch die Ketten kk mit dem Förderseil in Verbindung stehen und von demselben angezogen werden; auf die Haken drücken die Spiralfedern ff. Sobald das Seil reisst, bewirken die Federn ein Aufschlagen der Haken auf die Schachteinstriche aa, an welchen das Fördergestell hängen bleiben soll. Bei einem eingetretenen Seilbruche wurden zwar die Haken aufgedrückt, sie brachen aber in Folge des Aufschlagens ab, so dass der Förderkorb doch in die Tiefe ging. Jedenfalls müssen die Haken sehr stark sein, wenn der Zweck erreicht werden soll.

### *e.* Einrichtung der Hängebank und der Anschlagörter.

#### 1. Hängebank.

*aa.* Die Schachttonne oder das Fördergefäss verlässt das Seil nicht. In diesem Falle lenkt man die über der Schachtöffnung an-

---

[195]) Serlo, v. Rohr, Engelhardt a. a. O. S. 86.
[196]) Hauchecorne a. a. O. S. 80.

gelangte Tonne von dem Rande seitwärts und stürzt sie auf einer geneigten Ebene von Brettern um, oder lässt, wie bei den grossen cuffats in Belgien das Umstürzen der zur Seite gezogenen Tonne durch die Ma-

Fig. 406.



schine bewirken, indem man eine Kette, welche oben befestigt und von unveränderlicher Länge ist, mit einem Haken in eine Oese am Boden des Gefässes hängt und nun das Maschinenseil nachlässt, so dass die Tonne nach der von der Kette abgekehrten Seite umstürzen muss.

An anderen Orten giebt man der Tonne oder dem Gefäss einen beweglichen Boden, der nach der Ankunft des Fördergefässes über der Hängebank geöffnet wird; dabei erfolgt entweder gleichfalls ein Seitwärtsziehen der Tonne und eine Entleerung in eine Rolle oder dgl. m., oder es wird ein Wagen untergeschoben, der also über den Schacht laufen muss, nachdem derselbe durch eine Rollbühne bedeckt ist; auf den englischen Steinsalzgruben schiebt man bewegliche Rinnen unter und entleert in diese.

Auf den Gruben bei Freiberg, auch im Mansfeldischen, stürzt man die parallelepipedischen Gefässe in Verbindung mit 2 Leitbäumen, indem man der Tonne entweder besondere Sturzachsen giebt oder dazu den unteren Spurnagel benutzt; mit diesem setzt sich die Tonne auf die zu jeder Seite des Fördertrums in einem Einschnitt der Leitbäume, beziehungsweise der besonders vorhandenen Sturzbäume angebrachten, beweglichen Klinken (Sturzhaken), welche bei guter Einrichtung von dem Treibmeister mittelst Hebelvorrichtung gehandhabt werden; indem sich die Tonne unten aufsetzt und das Förderseil nachgelassen wird, schlägt sie oben nach einer Seite langsam um, wobei man durch Vorsetzen eines Querholzes diejenige Seite, nach welcher das Umstürzen nicht erfolgen soll, bestimmen kann. Die eigentliche Hängebank ist hier etwas erhöht, damit von den ausgestürzten Massen nichts in den Schacht stürzt.

*bb.* Die Fördergefässe werden vom Seile gelöst.

Bei Tonnen von geringem Inhalt schiebt man wohl nur Rollbrücken unter, auf die man das Gefäss aufsetzen lässt, wenn nicht auch hier dasselbe zur Seite gezogen und dann abgeschlagen wird. Wenn das Gefäss weiter transportirt werden soll, wird ein Gestell mit Rädern untergeschoben, auf dem die Tonne aufsetzt, wie es beim Abteufen grösserer Schächte fast immer stattfindet. Beim Fördern von Wagen werden diese wohl auch seitwärts gezogen und dann abgeschlagen, besser und in der Regel lässt man aber auch diese auf eine Rollbrücke aufsetzen.

*cc.* Die Förderung erfolgt mittelst Gestelle, welche entweder, wie es gewöhnlich der Fall ist, an der Hängebank aufsetzen oder schwebend gehalten werden. Man wendet hierbei Rollbrücken, zweitheilige Fallthüren, Caps, diesen ähnliche, in Klauen bestehende Vorrichtungen, endlich die Einrichtungen zum schwebenden Halten an; am meisten Zeit ersparen die Caps, auch wohl die beiden letztgenannten, aber weniger gebräuchlichen Methoden; die Caps sind ausserdem bei guter Ausführung der Etagenförderung ganz besonders brauchbar und fangen an herrschend zu werden.

Rollbrücken werden sehr häufig in Verbindung mit Schutzgitter angewendet, welche während des Treibens den Schacht verschliessen und, nachdem das Gestell über die Hängebank gelangt ist, gehoben werden, durch welche Manipulation die Rollbrücke gleichzeitig über die Schachtöffnung läuft, so dass das Gestell darauf gesenkt werden kann. In andern Fällen hat man Rollbrücke und Schutzgitter auch isolirt, wo dann die

Rollbrücke durch eine besondere Vorrichtung über die Schachtöffnung gezogen werden muss.

Zweitheilige Fallthüren von Holz oder Eisen halten die Schachtöffnung während des Treibens geschlossen, indem sie mit Gegengewichten versehen sind; zum Durchlassen des Fördergestells werden beide Flügel durch gemeinschaftliches Seilzeug oder Hebelwerk gleichzeitig geöffnet, dann wieder geschlossen, so dass sich das Gestell aufsetzen kann.

Caps[197]) sind im Wesentlichen in Charnieren bewegliche, in den Stössen des Fördertrums angebrachte Stützen, auf denen sich das Fördergestell aufsetzen kann, sie sind nach sehr verschiedenen Methoden ausgeführt. Bei grossen Fördergeschwindigkeiten ist die beste Construction diejenige, wonach die Stützen eine mässig geneigte Stellung aus den Stössen in das Innere des Fördertrums haben und beim Aufgange des Gestells durch dieses selbst in die Stösse zurückgedrückt werden, während nach dem Passiren des Gestells die Caps in die geneigte Lage durch Gegengewichte zurückgeführt werden, wodurch man bewirkt, dass die Thätigkeit des Abnehmers bei den Caps nur für die Abwärtsbewegung des Gestells nothwendig wird, indem er durch Hebel beide Caps zugleich in die Stösse zurückdrängt, um das niedergehende Gestell passiren zu lassen. Die Caps liegen an denjenigen Stössen, wo sich die Leitbäume nicht befinden.

In ähnlicher Weise, wie die Caps, hat man Wellen mit Zacken oder Klauen angewendet, welche gewöhnlich horizontal aus dem Stoss in den Schacht hineinragen, sie können sich sowohl unabhängig um die ruhende Welle drehen, so dass das nach oben passirende Gestell sie aufhebt, als auch mit der Welle gedreht werden, was nothwendig ist, wenn das Passiren stattgefunden hat, um das Gestell aufsetzen zu lassen. Die Wellen an den beiden Stössen sind durch Hebelwerk verbunden, so dass der Abnehmer sie gleichzeitig bewegen kann. Man hat auch wohl auf jeder Seite zwei solche Wellen unter einander liegen, um bei Förderungen mit Etagenkörben denselben eine doppelte Stütze zu geben, wie auf der Steinkohlengrube Grand Hornu in Belgien.[198]) In ähnlicher Weise hat man auch Riegel, welche sich durch Hebelwerk horizontal vor und zurück schieben lassen. Diese Einrichtungen stehen indess den Caps nach. Dieselben sind indess in neuerer Zeit auf der Königsgrube in Oberschlesien eingeführt und sollen geringere Reparaturen, als die sonst gebräuchlichen Caps veranlassen; gegen diese Vorrichtung spricht der Umstand, dass es der Aufmerksamkeit eines Arbeiters überlassen ist, die Riegel rechtzeitig zum Aufsetzen vorzuschieben, während die Caps selbstthätig die Unterstützung für das Fördergestell bieten.

---

[197]) Herold a. a. O. S. 45.

[198]) Leuschner: Steinkohlenbergbau in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 7. B S. 184.

Das schwebende Halten des Gestells, welches von Evrard in St. Etienne zuerst angegeben ist und auf der Hohenlohe Grube, sowie auf der Königsgrube in Oberschlesien zum Theil Anwendung gefunden hat,[199]) beruht darauf, dass die Ergreifer nicht am Rande der Schachtöffnung, sondern so hoch über derselben angebracht sind, dass die oberen Seitenschienen des Gestells darauf zu liegen kommen, wobei man die Absicht zu haben scheint, das Gestell hinsichtlich seiner absoluten Festigkeit in Anspruch zu nehmen; man muss da, wo das Durchschieben der Wagen stattfindet, das Hebelwerk sehr hoch legen, um nicht behindert zu sein.

Man ist in England auch dazu übergegangen, das Fördergestell vollkommen frei auf der Hängebank über der Schachtöffnung hängen zu lassen, was namentlich bei Etagenförderung sehr vortheilhaft ist, weil gar kein Hängeseil gegeben werden braucht; eine Sicherheit bei etwaigem Seilbruch im Moment des Anhebens ist nicht gegeben, auch bedarf man ganz besonders zuverlässiger Maschinenwärter, um jedes überflüssige Heben des Gestells zu vermeiden.

2. Anschlagsohle.

*aa.* Wenn die Förderung in Tonnen oder Schachtgefässen stattfindet, so müssen dieselben so tief unter die Sohle des Füllorts herabgehen, dass sie sich gut füllen lassen. Bei unmittelbar anschliessender Streckenförderung steht die Tonne auf einer entsprechend tiefer angelegten Bühne, in welche der Förderwagen durch Kippen entleert wird, wobei man auch Wipper anwenden kann; hiervon macht man wohl nur auf Steinkohlengruben mit nicht grosser Förderung Gebrauch. Auf Erzgruben, wie in Freiberg, Cornwall, im Mansfeldischen, stellt man unter der Füllortssohle Rolltrichter her, in welche die Förderwagen entleert und aus denen durch Oeffnen der Schliessthüren die Tonnen gefüllt werden; dieselben dienen zugleich dazu, die Erze anzusammeln, da die Schachtförderung nur zeitweilig geht.

*bb.* Wenn der Förderwagen direct aus der Streckenförderung in den Schacht übergeht, muss man im Niveau des Füllorts die Oeffnung des in der Regel noch tiefer niedergehenden Schachtes fest verbühnen; findet das Anschlagen auf einer höheren Sohle statt, muss man Rollbrücken anwenden.

*cc.* Bei Anwendung von Gestellen mit nur einer Etage muss sich dasselbe auf eine Bühne oder auf Pfosten im Niveau des Füllorts aufsetzen; für höhere Anschlagssohlen muss man entweder Pfosten überlegen oder besser Rollbrücken, Fallthüren, am besten Caps anwenden, wenn man das Gestell nicht ganz frei hängen lassen will.

Man hat versucht, den Stoss beim Aufsetzen des Gestells dadurch zu

---

[199]) Althans: über das Maschinenwesen auf den Berg- u. Hüttenw. Oberschlesiens ebenda. Bd. 10. B. S. 147.

vermindern, dass man die Bühne an den Ecken und Rändern auf Federn oder Gummipuffern ruhen lässt, die Federn werden indess leicht lahm, und dann ist die horizontale Stellung der Bühne gestört. Diese Einrichtungen sind nicht häufig im Gebrauch und dann nur auf der tiefsten Sohle.

Am Wilhelmschacht zu Polnisch-Ostrau sind unter die Lager der Aufsatzvorrichtungen Kautschukplatten gelegt,[200]) an anderen Orten, wie z. B. im Mansfeldischen[201]) Federn; diese Unterlagen dürfen aber nur wenig nachgiebig sein, weil sonst die ruhende Schale, je nachdem sie mit vollen oder leeren Wagen besetzt ist, verschiedene Höhenstellungen einnimmt, wodurch das Auf- und Abschieben der Wagen erschwert ist.[202])

Sterne hat zu diesem Zweck einen pneumatischen Puffer angegeben.[203]) Auf Unterlagebalken ist an den Stellen, wo die vier Ecken des Fördergestells aufsetzen, ein gusseiserner, oben offener Cylinder a (Fig. 407) aufgeschraubt, in welchem Ringe, abwechselnd von vulkanisirtem Kautschuk b und Stahl c, eingelegt sind, über den Ringen befindet sich eine Stahlplatte d; in den Cylinder a greift ein anderer geschlossener e ein, welcher sich in dem ersten, wie in einer Stopfbüchse, verschiebt. Wenn der Förderkorb aufsetzt, wird der obere Cylinder in den unteren hineingeschoben, dadurch werden nicht nur die federnden Gummiringe zusammengedrückt, sondern auch die zwischen den Ringen befindliche Luft wird comprimirt, so dass dem beim Aufsetzen des Förderkorbs stattfindenden Stoss entgegengewirkt wird. Die Puffer können auch unmittelbar am Gestell angebracht und dadurch sowohl auf der Anschlagsohle, wie auf der Hängebank wirksam gemacht werden.

Fig. 407.



Auf dem Maschinenschacht Georg der Scharleygrube in Oberschlesien hat man dem Stoss beim Anheben dadurch entgegenzuwirken gesucht, dass man den hölzernen Rahmen, welcher die Zapfenlager der Seilscheiben trägt, an einer Seite um eine horizontale Achse drehbar ge-

---

[200]) Berg- u. hüttenm. Jahrb. der k. k. Bergakademie zu Pribram u. Leoben u. der k. ungar. Bergakademie zu Schemnitz 1869/70. Prag 1872. S. 180. — Der Berggeist. Köln 1872. S. 155.

[201]) Erdmenger in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 19. B. S. 273.

[202]) v. Hauer in österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1870. S. 324. — Desgl. im Berggeist. Köln 1870. S. 587. — Desgl. Dingler polyt. Journal. Bd. 198. S. 278.

[203]) The Mining Journal. London 1868. p. 696.

macht hat und mit der anderen auf eine Wagenfeder ruhen lässt, so dass durch diese etwaige Stösse aufgenommen werden.[204])

Auf dem bereits erwähnten Hoppeschacht der Abendsterngrube bei Rosdzin in Oberschlesien ist eine Prellbühne auf der Anschlagsohle eingebaut.[205]) Die Förderschale trifft beim Niedergange mit ihrer Mitte zunächst das eichene Bohlenstück a (Fig. 408, 409), damit ein seitlicher

Fig. 408.

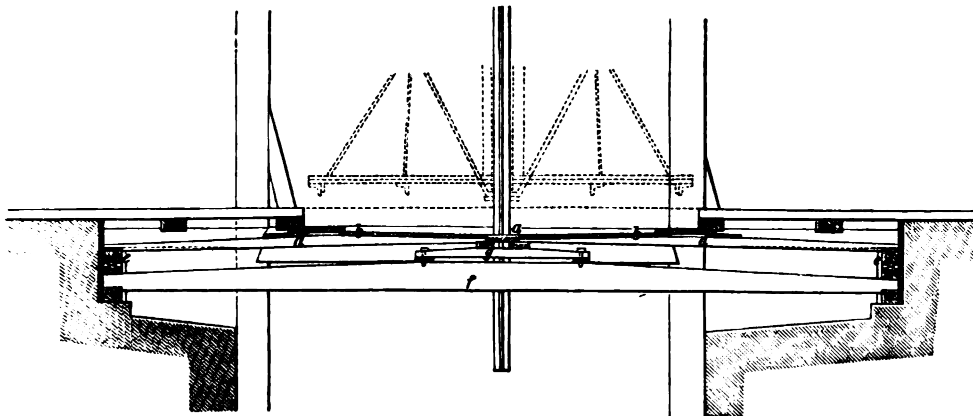
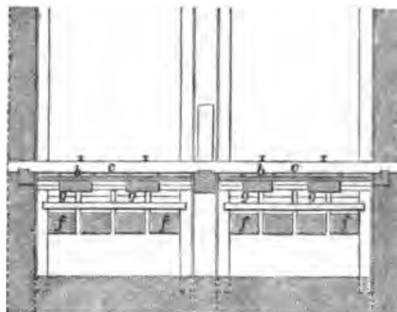


Fig. 409.



Prellschlag gegen die Leitschienen vermieden werde; erst wenn dieses Bohlenstück um 10 Millimeter ($^3/_8$ Zoll) niedergedrückt ist, wozu das Gewicht der leeren Förderschale genügt, soll diese mit ihren Enden auch zur Berührung der Brettstückchen bb gelangen, welche mittelst der Holzfedern dd so straff gegen die darüber liegenden eichenen Bahnschwellen gespannt sind, dass das ganze Gewicht der beladenen Förderschale im ruhenden Zustande das Schwellenwerk nicht tiefer drücken kann, als dies zur genauen Uebereinstimmung der Fördergeleise nothwendig ist. Das

[204]) v. Hauer: a. a. O. — Hauchecorne: a. a. O. S. 78.

[205]) Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure. Bd. 14. S. 628. — Pietsch a. a. O. in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 19. B. S. 67.

Anspannen der Holzfedern dd geschieht durch die Keile ee. Im ungespannten Zustande gilt das Maass von 203 Millimeter ($7^3/_4$ Zoll) für die Entfernung der Oberkante des Bohlstücks a bis zur Oberkante der Bahnschienen, beim Anspannen der Keile wächst dieselbe auf 212 Millimeter ($8^1/_8$ Zoll) und durch Aufruhen der Schale auf 222 Millimeter ($8^1/_2$ Zoll); im grösseren Maassstabe wächst durch Anspannen der Keile die Entfernung der Federn dd und ff an ihren Enden. Das Bohlstück a ruht auf 4 leichten Holzfedern gg, welche dem Stosse der Schale möglichst wenig träge Masse entgegensetzen; diese Federn ruhen auf den bedeutend schwereren, aber auch um so nachgiebigeren Federn ff. Auch stossen die Enden der Förderschale nicht direct auf die Federn dd, sondern auf die leichten, nur an den Enden unterstützten Brettstücke bb. Die Dimensionen sind so gewählt, dass das Bohlstück a der Förderschalenmitte einen reichlich doppelt so grossen Widerstand bietet, als die Brettstücke bb bei gleicher Nachgiebigkeit der Enden derselben zusammengenommen. Alle von der aufstossenden Förderschale getroffenen Punkte können ohne Nachtheil für die Haltbarkeit ca. 105 Millimeter (4 Zoll) nachgeben, wogegen ein gänzliches Durchbrechen der Schwellen erst bei ca. 470 Millimeter (18 Zoll) Durchbiegung anzunehmen ist. Hiernach würde das Schwellenwerk eine Endgeschwindigkeit der Förderschale von etwa 1,88 Meter (6 Fuss) in der Sekunde ohne Nachtheil für sich und die Schale vertragen, wobei zu bemerken ist, dass diese Annahmen auf einem wenig feuchten Zustand des Holzes beruhen; da die Grubennässe die Hölzer zur Durchbiegung fähiger macht, so ist das thatsächliche Verhältniss noch günstiger. Sämmtliche Holzfedern werden aus geradwüchsigem, gesundem Kiefernholze, ohne grobe und lose Aeste, auch aus kernigem Fichten- oder Tannenholz gefertigt.

Auf den englischen Gruben und von dort aus auf vielen deutschen Gruben benutzt man sowohl auf den Hängebänken, wie an den Füllörtern zur Erleichterung der Abnehmer und Anschläger die Schwerkraft der Fördergefässe, indem man die Schienengeleise in schiefe Ebenen endigen lässt, welche ermöglichen, dass ohne Zuthun der Arbeiter auf der Hängebank die vollen Wagen vom Schachte von selbst ab, die leeren dem Anschläger zulaufen, während auf dem Füllorte das umgekehrte Verhältniss stattfindet; es wird dadurch wesentlich an Zeit und Arbeitskraft gespart.[206])

### 3. Förderung mit Etagenkörben.

Die Förderung mit Etagenkörben, welche nur auf Steinkohlengruben und bei der Anwendung grosser Geschwindigkeiten vorkommt, bedingt verschiedene Einrichtungen auf der Hängebank und am Füllort.

*aa.* Für alle Etagen wird dieselbe Sohle zum Anschlagen benutzt. Hierbei muss entsprechendes Heben und Senken beider Gestelle

---

[206]) Max Nöggerath in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 12. B. S. 235.

stattfinden und eine angemessene Vertiefung der Schachtsohle vorhanden sein; das jedesmalige Aufsetzen wird durch Caps oder dem ähnliche Vorrichtungen vermittelt. Beim Vorhandensein von 3 Etagen wird über Tage zuerst von der oberen abgezogen, unter Tage die untere beladen, dann folgt oben und unten die mittlere, endlich über Tage die untere, unter Tage die obere. Diese Manipulation setzt grosse Präcision der Maschinenwartung und genaue Uebereinstimmung der Seile voraus, die sich mitunter nicht gut erhalten lässt. Um auf die Caps aufsetzen zu können, muss der Korb in jedem Etagenboden mit Nasen versehen sein; bei diesem Aufsetzen geht aber, selbst wenn man, was indess erforderlich ist, nicht für jede Etage besonders signalisirt, viel Zeit verloren, da zum Durchlassen des Gestells und dem dazu nöthigen Zurückdrücken der Caps erst ein Heben und dann erst das Senken des Gestells stattfinden kann. Auf den englischen Gruben, wo dieses Verfahren fast allgemein üblich ist, setzt man daher für die Zwischenetagen gar nicht auf und lässt das Gestell frei schweben, erst nach vollständig ausgeführtem Wagenwechsel erfolgt das Aufsetzen.[207])

Eine Modification findet auf dem Schacht No. 8 der belgischen Steinkohlengrube Grand Hornu bei 4 Etagen statt,[208]) wo zwei Abzugsbühnen vorhanden sind, welche um die Höhe zweier Etagen von einander entfernt stehen; zuerst werden unten die Etagen 2 und 4, oben 1 und 3 besorgt, alsdann erfolgt ein Heben, beziehungsweise Senken, um eine Etagenhöhe, worauf der Wagenwechsel in den 4 übrigen Etagen der beiden Gestelle stattfindet.

*bb.* Auf der Schachtsohle ist eine bewegliche Bühne angebracht, um die Bewegungen unter und über Tage von einander unabhängig zu machen; vereinzelt hat man zu diesem Zweck in England hydraulische Balancen, auf der Grube Pendleton bei Manchester durch Gewichte abbalancirte Bühnen,[209]) ebenso auf der Grube Grand Hornu. Bei 3 Etagen und einer Füllortssohle wird das Gegengewicht der Balance mit dem Gewicht des Gestells und von 2 leeren Wagen abgestimmt; die Seile werden so bemessen, dass unter Tage Hängeseil von der Höhe einer Etage entsteht, so dass das Signalisiren erst nach Beendigung des Wagenwechsels erforderlich ist. Ueber Tage wird ganz, wie unter aa beschrieben ist, verfahren.

*cc.* Unter Tage ist für jede Etage eine Anschlagssohle vorhanden, über Tage wird das Gestell besonders gehoben, wie auf dem Schacht No. 12 der Grube Grand Hornu,[210]) wo Gestelle mit 4 Etagen benutzt werden. Ueber Tage sind 2 durchgehende Hängebänke vorhanden, welche durch kleine seigere Bremsen mit einander verbunden

---

[207]) Serlo, v. Rohr, Engelhardt a. a. O. Bd. 10. B. S. 86.
[208]) Leuschner a. a. O. Bd. 7 B. S. 186.
[209]) Serlo etc. a. a. O. S. 86.
[210]) Leuschner a. a. O. S. 184.

sind und von denen die untere so hoch liegt, dass das Abstürzen der Kohlen möglich ist. Unter Tage findet sich nach einer Seite des Schachtes eine Bühne für die Etagen 2 und 4, nach der anderen Seite eine Bühne für die Etagen 1 und 3; die Hauptförderstrecke liegt im Niveau der obersten Etage 1, eine abfallende Strecke führt in das Niveau 2, Seigerbremsen von 2 nach 4 und von 1 nach 3. Wenn das Gestell unten aufsteht, befinden sich oben die Etagen 1 und 3 an den Hängebänken, wird um eine Etagenhöhe von 3,35 Fuss (1 Meter) gehoben, so kommen die Etagen 2 und 4 an die Reihe, wobei unter Tage Hängeseil von einer Etagenhöhe entsteht. Obschon unter Tage nur einseitiges Abziehen stattfindet, so wird man dort eben so schnell fertig, wie über Tage, weil hier das Heben Zeit erfordert. Signalisiren ist nur erforderlich, wenn die ganze Operation vollendet ist.

*dd.* Um das Hängeseil zu vermeiden, werden sowohl über, als unter Tage so viel Abzugsbühnen, als Etagen vorhanden sind, benutzt, welche indess immer nur einseitig angebracht sein können und Bremsen oder geneigte Ebenen nothwendig machen, um die Förderung auf derselben Hängebank zu concentriren. Diese Einrichtung wird übrigens trotz dieses Uebelstandes empfohlen.[211])

*ee.* Ganz vereinzelt ist das zeitraubende Verfahren, seitwärts vom unbewegten Gestell eine bewegliche, durch Gegengewicht balancirte Bühne anzubringen, wobei Bremsen und Caps für diese nothwendig sind.

Am einfachsten ist jedenfalls die unter *aa* beschriebene Methode, weil das An- beziehungsweise Abschlagen in einem und demselben Niveau stattfindet, was auch bei *bb* der Fall ist, wobei man das complicirte Balanciren der Bühne durch gehörige Präcision entbehren kann; der dritte Fall ist wohl zu empfehlen, wenn solche Präcision nicht zu erwarten ist.

### 4. Einrichtungen für tonnlägige Schächte.

Bei starker Neigung der tonnlägigen Schächte ist die Vorkehrung auf der Hängebank und der Schachtsohle der in seigeren Schächten ähnlich, mag man mit Tonnen oder Gestellen fördern.

Bei schwach geneigten, flachen Schächten und Anwendung von Wagenzügen ist für die geeigneten Horizontalen zum Rangiren der Wagen sowohl über, wie unter Tage zu sorgen, wobei unter Tage Curven in streichende Strecken hinein nöthig werden können.[212])

### 5. Verschliessen der Schachtöffnungen.

Während des Förderns müssen die Schachtöffnungen verschlossen sein, damit Unglücksfälle durch Hineinfallen vermieden werden. Bei An-

---

211) Glückauf. Essen 1872. No. 9. — Der Berggeist. Köln 1872. S. 148.
212) Schönemann in Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure. Bd. 6. Seite 33.

wendung von Fallthüren bilden diese den Verschluss, in allen anderen Fällen umgiebt man die Schachtöffnung mit einem Rahmen oder Gitter, welches von dem aufgehenden Gestell erfasst und gehoben, beim Niedergehen desselben aber wieder zurückgesenkt und abgesetzt wird.[213])

Zum Verschluss der Schachtöffnung hat man auf der Steinkohlengrube Hostenbach bei Saarbrücken[214]) eine einfache Vorrichtung angebracht, welche in einer horizontal liegenden Eisenstange besteht; dieselbe ist mittelst zweier an ihren Enden befindlichen Oesen an vertikalen Leitstangen verschiebbar und ruht $784^5/_8$ Millimeter über der Hängebank auf Wülsten, welche an den Leitstangen angebracht sind. Sobald das Fördergestell sich auf die Caps aufgesetzt hat, hebt der Anschläger diesen Riegel, bis er durch einen Haken an dem einen Arme eines Winkelhebels festgehalten wird, dessen anderer Arm gleichzeitig an den Förderkorb anstösst. Wenn dieser wieder abwärts geht, löst der Haken sich von selbst, und der Riegel fällt in seine ursprüngliche Lage auf die Wülste zurück.

Bei der auf den Freiberger Gruben gebräuchlichen Tonnenförderung hat man den Vorschlag gemacht, die hölzernen oder eisernen Schachtdeckel, von denen die ersteren leicht faulen, die anderen rosten, während beide in Bezug auf Wetterführung den Schacht zu scharf abschliessen, durch Schachtdeckel aus Eisendraht zu ersetzen, welche wie Setzsiebe zu construiren sind, indem auf einen eisernen Rahmen das Drahtgeflecht aufgezogen wird. Für saure Wasser wird empfohlen, den Draht zu verzinnen.[215])

Für mittlere Sohlen sind ähnliche Verschlüsse wie auf der Hängebank anzubringen, wo man das Gitter durch Berühren eines Quersteges im Gestell aufziehen lässt und dem Querstege Vorsprünge giebt, welche sich zur Seite drehen oder zurückschlagen lassen, wenn aus grösserer Tiefe gefördert werden soll.

### f. Signale und Controlvorrichtungen.

Um jederzeit eine Verständigung des Anschlägers am Füllort mit dem Abnehmer auf der Hängebank zu ermöglichen, ist es nothwendig, von einem Punkt zum andern signalisiren zu können.

1. Bei mässigen Tiefen erfolgt dies durch directen Zuruf, wobei man zur Verstärkung auch Sprachrohre benutzt.[216])

2. Signalhämmer oder Klingeln, welche durch Drahtzüge gehandhabt werden. Das Gewicht des Drahtzuges, für welchen in tonnlägigen Schächten auch wohl ein schwaches, über Rollen geführtes Seil

---

[213]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 10. B. S. 88.

[214]) Hauchecorne a. a. O. S. 81.

[215]) Richter in Berg- u. hüttenm. Zeitg. von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1868. S. 401.

[216]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 8. A. S. 193.

benutzt wird, muss durch spannende Federn, Gummibänder, Gegengewichte oder dergleichen Vorrichtungen gehörig abgestimmt werden.[217])

3. Pfeifensignale. In Stassfurt[218]) hat man einen Druckkolben von 16 Centimeter Durchmesser mit 10 Centimeter Hub angewendet, daran zunächst ein 39 Millimeter weites eisernes Rohr und daran ein Bleirohr von 17 Millimeter innerem Durchmesser und 4 Millimeter Wandstärke, welches am Ende mit einem Pfeifenmundstück versehen ist, angeschlossen; jeder Kolbenhub bringt einen Pfiff am Mundstück hervor. Die Einrichtung hat sich auf 400 Meter Länge durchaus bewährt, so dass man auch auf den Saarbrücker Gruben[219]) zu ihrer Anwendung übergegangen ist, obwohl dieselbe theurer als Sprachrohre und noch theurer, als Drahtzüge ist.

4. Stangensignale, wie sie oben S. 58 Bd. II bei der horizontalen Seilförderung beschrieben sind, haben auch in Schächten, so auf der Grube Duttweiler bei Saarbrücken, Anwendung gefunden; das Anschlagen des Hammers bei 200 Meter Tiefe kann man ganz deutlich auf der Hängebank vernehmen.

5. Elektrisches Signal ist früher in Stassfurt benutzt, aber wieder aufgegeben; dagegen wird auf der Zeche Rhein-Elbe bei Gelsenkirchen ein elektrischer Telegraph mit Glockensignal angewendet; eine Glocke befindet sich anf der Hängebank, eine andere auf dem Füllort, so dass von Unten nach Oben, wie umgekehrt signalisirt werden kann, wozu 3 Drähte und eine Batterie vorhanden sind.[220]) Bei den günstigen Ergebnissen der elektrischen Signalleitungen auf den Gruben bei Saarbrücken darf bald eine allgemeinere Anwendung, namentlich in tieferen Schächten, erwartet werden, wie denn auch bereits in Schlesien, wie in Westfalen mannigfache Anwendung von derselben gemacht wird.

Auf der Steinkohlenzeche Graf Beust bei Essen[221]) hat man die auf den Gruben bei Saarbrücken gebräuchliche Einrichtung mit Erdleitung angewendet. Auf anderen westfälischen Gruben ist die von dem Maschinenmeister Ullrich[222]) angegebene Vorrichtung eingeführt, bei welcher Inductoren mit Inductionsweckern wirken. Zur Rückleitung des Stromes wird nicht die Erde, sondern die äussere Umhüllung des Signalkabels selbst benutzt. Der ganze Apparat besteht aus einer kräftigen Magnetbatterie aus 8 Paar Lamellen von Wolframstahl, welche vertikal an einer auf einem Messingkörper ruhenden Eisenplatte aufgehangen sind; in der Nähe befindet sich der Anker, auf dem Mantel der Rotationsachse alternirend

---

217) Schönemann a. a. O.

218) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 10. A. S. 208.

219) Ebenda. Bd. 11. A. S. 262.

220) Hauchecorne a. a. O. S. 81. — The Mechanics' Magazine. London. Vol. 95. p. 213.

221) Hauchecorne: a. a. O. S. 82.

222) „Glückauf". Essen. Jahrg. 1869. No. 5. 45. Jahrg. 1870. No. 45.

eingesetzte Eisenstäbe, in der Weise, dass die Pole der Magnete und die Inductorschenkel abwechselnd in entgegengesetzter Lage sich gegenüberstehen und wieder trennen. Wenn die durch eine Kurbel drehbare Achse rotirt, so hat sie, in unmittelbarer Nähe der Magnete angebracht, als laterale Wirkung Elektricität zur Folge, während umgekehrt bei den Inductionsweckern, bestehend aus 2 Inductoren und 2 Glocken mit Hammer, die dort übertragene Elektricität Magnetismus hervorruft. Dieser verursacht nun, dass, je nach dem Polwechsel der Hammer rasch hinter einander nach der einen oder anderen Glocke abgestossen, beziehungsweise angezogen wird und dadurch einen schrillenden Ton hervorbringt. Die Anzahl der Töne kann man durch die Drehung der Kurbel genau feststellen. Die Zuleitung des Stromes erfolgt durch ein Kabel aus 3 feinen Stahldrähten, welches durch eine Kautschuk- und Wergumhüllung isolirt ist, während die Rückleitung durch dicht um das Kabel spiralförmig gewickeltes Kupferblech erfolgt. Der Apparat hat sich durch mehrjährigen Gebrauch bereits vollkommen bewährt und zeichnet sich durch geringe Unterhaltungskosten aus.

6. Ein Luftdrucksignal ist auf der Braunkohlengrube Glückauf bei Guben in Thätigkeit.[223]) Der Apparat wirkt vom Füllort zur Hängebank. Von Unten führt ein 78 Millimeter starkes Bleirohr in die Fördermaschinenstube und mit einer Abzweigung in die Zechenstube. Am unteren Ende ist dasselbe mit einem Druckventil versehen, auf welches der Anschläger drückt, wodurch an den beiden oberen Oeffnungen ein durch eine dünne Kautschukplatte gebildetes, in einem Ringe befestigtes Ventil zum Aufblähen gebracht wird. Hierdurch wird im Maschinenraum ein Hebelwerk in Bewegung gesetzt, welches an eine damit verbundene Glocke schlägt, wodurch das Signal gegeben wird. Der andere nach der Zechenstube führende Zweig des Rohrs setzt einen Zählapparat in Thätigkeit, auf dessen Zifferblatt man die Zahl der in der Schicht gemachten Fördertouren ablesen kann. Neben diesem Zählapparat befindet sich noch ein anderer mit einem Uhrwerk in Verbindung stehender Apparat, welcher die in einer Stunde erzielte Förderung nach Art des Morse'schen Schreibtelegraphen mit Nadelstichen anzeigt, die einem rotirenden Papierstreifen aufgedrückt werden. Die Verbindung des Signalgebens mit der Fördercontrole erscheint nicht zweckmässig, weil man andere als das gewöhnliche Fördersignal nicht geben darf, indem sonst der Zählapparat irritirt wird. Für das Signalisiren selbst wird noch festzustellen sein, in welche Entfernungen der Apparat wirkt, ohne durch die Nothwendigkeit, sehr weite Röhren zu nehmen, die Kosten ungebührlich zu erhöhen; für maschinelle Streckenförderung erscheint der Apparat deshalb nicht geeignet, weil man nicht von allen Punkten der Strecke signalisiren kann.

Ein Versuch, welcher mit diesem Apparat auf der Königsgrube in

---

[223]) „Glückauf". Jahrg. 1869. No. 8.

Oberschlesien gemacht wurde, ergab, dass stets auf jeden Glockenschlag in 20 bis 30 Sekunden ein zweiter durch die Rückkehr der Luftwellen veranlasster Schlag erfolgte, und dass es innerhalb dieser Zeit, in welcher die Luft im Innern der Röhren in Bewegung zu sein scheint, nicht möglich ist, ein zweites Signal zu geben, so dass der Apparat für den Zweck, nach Belieben ein bis fünf Signalschläge hintereinander zu geben, hier nicht brauchbar erschien.

Zweckmässig und in England durch Parlamentsact vom 28. August 1860,[224]) auch in Westfalen durch Polizeiverordnung des Oberbergamts zu Dortmund vom 12. Februar 1866,[225]) in Schlesien durch eine gleiche Polizeiverordnung des Oberbergamts zu Breslau vom 20. November 1869[226]) obligatorisch vorgeschrieben, ist die Anbringung zweier Signalvorrichtungen vom Füllort zur Hängebank und umgekehrt, weil dadurch jedes Missverständniss gehoben werden kann.

Um die Zahl der Schachttreiben zu controliren, sind Tonnenzähler oder Hubzähler angebracht, obwohl man dieselben selten findet.

Wichtiger sind Zeigerwerke oder Sohlenstandszeiger, welche den Stand des Gefässes im Schachte markiren, indem sie den Schacht in verjüngtem Massstabe mit Skale darstellend durch einen mit dem Förderkorbe correspondirenden Zeiger oder eine Marke erkennen lassen, wo sich das Fördergefäss augenblicklich befindet.

Fast überall finden sich Signalschellen, welche läuten, wenn sich das Fördergefäss der Hängebank nähert, was meistentheils durch Verbindung einer Schraube ohne Ende mit der Krummzapfenwelle bewirkt wird, welche einen Schlitten hin und her zieht und so im bestimmten Moment eine Glocke in Bewegung setzt.

Zur genauen Controle der Förderung ist ein Controlapparat (Controlometer) patentirt[227]) (Fig. 410). Derselbe besteht aus 2 eisernen Hebeln aa, welche sich um die Achse b drehen können. Auf dem einen Ende der Hebel ruht die Brücke c, welche durch ein Hebelwerk bei ihrer Belastung immer wagerecht gehalten wird; auf dem anderen Ende der Hebel aa liegt die Brücke d, welche mit den Hebeln aa in keiner directen Verbindung steht, sondern in besonderen Lagern e ruht. Zwischen den Hebeln aa und der Brücke d sind zwei an den Hebeln aa befestigte Druckfedern ff angebracht, welche den Zweck haben, die Brücke d, wenn die Brücke c durch Belastung sich senkt, so zu heben, dass die Brücke d gegen c eine geneigte Ebene bildet. Die Hebel aa werden bei g mit einem Gewichte, welches dem Förderquantum (excl. Gewicht des Wagens) gleich ist, belastet, während die Brücke d bei h eine Belastung erhält,

---

[224]) Achenbach: englische Bergwerksgesetzgebung in Zeitschr. f. Bergrecht von Brassert u. Dr. Achenbach. 1860. S. 207. 493.

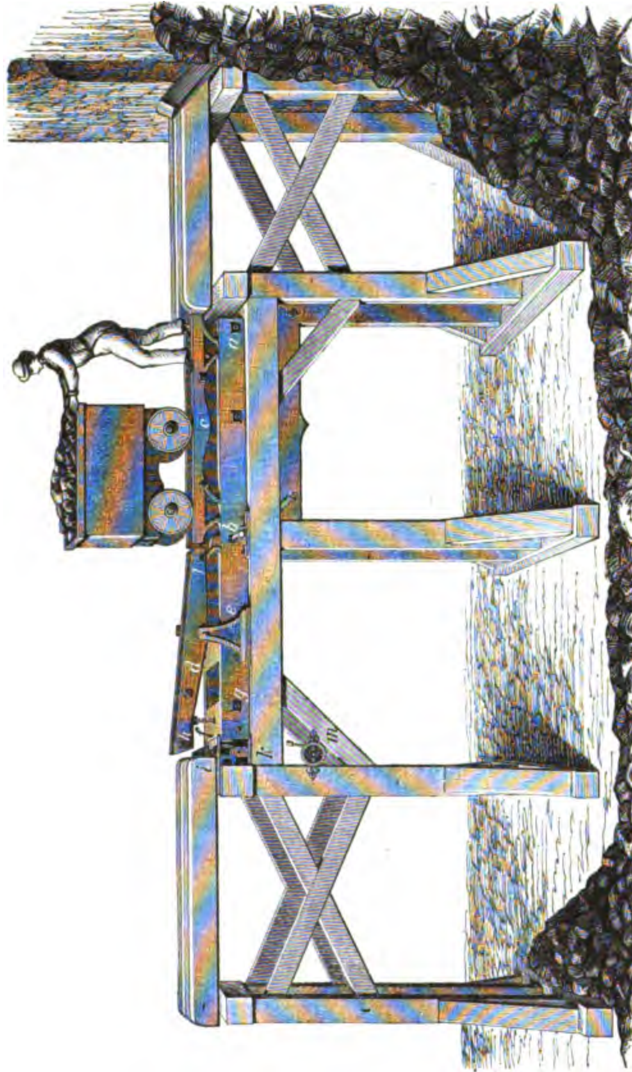
[225]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 14. A. S. 66.

[226]) Ebenda. Bd. 17. A. S. 43.

[227]) „Der Berggeist". Köln 1869. S. 119.

welche dem Gewicht des leeren Wagens einschl. dem des Wagenschiebers entspricht. Bei dem Punkte i, auf welchem die Brücke d in der Ruhe ihren Stützpunkt hat, ist eine Sperrvorrichtung angebracht, welche bei

Fig. 410.



richtiger Belastung der Brücke c die Hebel a a am Zurückgehen hindert. Wird ein beladener Wagen auf die Brücke c geschoben, so geht diese nur dann (4 Zoll) 104 Millimeter in vertikaler Richtung abwärts, wenn der Wagen mit der normalen Ladung gefüllt und der Wagenschieber auf die

Brücke getreten ist. Alsdann gehen die Hebel aa bei dem Punkte k (4 Zoll) 104 Millimeter in die Höhe und werden hier von einem Sperrhaken erfasst, welcher sie nicht wieder zurücklässt, wenn der Wagenschieber von der Brücke c wieder abtritt. Das hat den Zweck, vorzubeugen, dass der einmal auf der Brücke c befindliche Wagen wieder auf die Förderbahn zurückgeschoben werde, um von Neuem aufgeschoben und gezählt zu werden. Wenn die Brücke c normalmässig gesunken ist, bildet die Brücke d, durch die Federn ff gehoben, eine geneigte Ebene, so dass der Wagenschieber gezwungen ist, über die geneigte Ebene zu fahren, wodurch er zugleich den Sperrkegel, welcher die Hebel aa hält, auslöst und dadurch dem Apparat die Ruhestellung wiedergibt. Würde der Wagenschieber den vollen Wagen auf die Brücke c, welche inzwischen ihre normale Stellung wieder eingenommen hat, schieben wollen, so würde sich die Brücke d bei dem Punkte l um 104 Millimeter senken, und der Wagen könnte nicht auf die um eben so viel höher liegende Brücke c gelangen; nur ein leerer Wagen, welcher eine solche Senkung nicht bewirkt, würde die Brücken d und c passiren können. m ist ein Zählapparat, welcher nur dann zählt, wenn sich die Brücke c volle 104 Millimeter senkt, wenn also der volle Wagen seine richtige, normalmässige Ladung hat; ist dies nicht der Fall, so sinkt die Brücke nicht vollständig und eine Zählung findet nicht statt. Entweder muss dann der Wagen auf der Brücke c anderweitig voll gefüllt werden, oder den Arbeitern wird der nicht regelmässig gefüllte, also nicht gezählte Wagen auch nicht bezahlt. Der Apparat kann für verschiedene Tragfähigkeit hergestellt werden, wobei man eine solche von 500 bis 750 Kilogramme, von 1000 bis 1250 Kilogramme unterscheidet. Findet eine Abänderung der normalmässigen Beladung statt, so muss der Apparat sorgfältig tarirt werden.

### *g.* Seilscheiben und deren Gerüste.

Die Seilscheiben müssen für Drahtseile stets von grossem Durchmesser sein, man hat sie $1^1/_2$ bis 2 Meter, aber auch 3 bis $3^3/_4$ Meter, in England, jetzt auch bei uns selbst bis $5^1/_3$ Meter im Durchmesser. Sie werden in der Regel von Gusseisen gefertigt, bei geringerem Durchmesser aus einem Stück, sonst aus mehren Theilen zusammengesetzt; man stellt sie aus gusseisernen Kränzen und Naben mit eingegossenen, schmiedeeisernen, sich kreuzenden Armen her.[228]) Die Kränze haben eine ausgedrehte Nut für das Seil, welche mit Holz oder Seilgurten oder Guttapercha ausgelegt wird. Die Zweckmässigkeit dieser Auskleidung der Nut wird andrerseits bestritten, dagegen empfohlen sie recht weit zu machen und sorgfältig ausdrehen zu lassen, damit das Seil einerseits möglichst geringe Reibung zu erleiden und einen grossen Spielraum habe, also nicht

[228]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 10. B. S. 81.

leicht herausspringen könne.[229]) Bei kleinen Anlagen hat man auch wohl hölzerne Seilscheiben, welche nach Art der Wagenräder zusammengesetzt sind. Auf der Steinkohlengrube Stock und Scherenberg in Westfalen hat man die Seilscheiben in den Zapfenlagern hin und her bewegbar gemacht, damit das Seil, welches beim Abwickeln von der Seiltrommel und beim Aufwickeln auf dieselbe stets eine wechselnde Neigung gegen die festen Seilscheiben einnimmt, also eine Klemmung erleidet, die Seilscheibe hin und her bewegen kann, also einer geringeren Reibung ausgesetzt ist.[230])

Die Höhe der Seilscheiben muss so gewählt werden, dass man die Manipulationen beim Heben und Senken des Fördergefässes ohne Gefahr, das letztere über die Seilscheiben zu treiben, vornehmen kann. In Westfalen wurde daher früher eine Höhe, welche dem Anderthalbfachen des Seilumschlags auf dem Seilkorb entsprach, verlangt, doch ist man in neuerer Zeit von dieser Bestimmung abgegangen; in Belgien nimmt man 9 bis 12 Meter, in Staffordshire 5 bis 6 Meter, im nördlichen England ähnlich wie in Belgien. Die Geschicklichkeit der Maschinenwärter und die Construction der Maschine gestatten eine geringere Höhe, wenn es möglich ist, das Fördergefäss im Moment zu fixiren.

Um das Ueberwinden des Förderkorbes über die Seilscheiben zu verhindern, sind in neuester Zeit Vorkehrungen zwischen dem Zugseil und der Fördergestellkette angebracht, welche gestatten, dass sich bei zu grosser Annäherung des Gestells an die Seilscheiben das Zugseil löst und das Fördergestell fest über dem Schachte hängen bleibt. Das Aushängeglied von Ormerod[231]) besteht aus 3 starken eisernen Platten, durch welche in der Mitte ein Bolzen als Verbindung und Drehpunkt hindurchgeht; die beiden äussern Platten haben an ihrem oberen Ende gebogene, bis an den Rand verlängerte Schlitze, am unteren Ende sind gleichfalls gebogene, aber nicht bis zum Rande gehende Schlitze vorhanden. Die mittlere Platte hat oben und unten je einen geraden Schlitz, von dem der obere bis zum Rande geht und offen, der untere aber geschlossen ist. Die Schlitze der äusseren Platten umfassen oben den Bolzen der Zugkette, sowie unten den der Gestellkette fest und halten dieselben zurück. Ueber dem Drehbolzen ist ein Loch durch alle 3 Platten gebohrt, zur Aufnahme eines Verbindungsbolzens aus weichem Metall, welcher die Platten in ihrer gegenseitigen Lage fest geschlossen hält. Oben steht die schräge Kante der Mittelplatte auf einer Seite, die der äusseren Platten auf der anderen Seite vor. Ueber dem Mittel des Schachttrums in geringer Entfernung von der Seilrolle ist ein hohler, sich nach oben verengernder Cylinder auf starken Querbalken angebracht, durch den die Zugkette unbehindert hin-

---

[229]) Glückauf. Essen 1872. No. 9. 12. — Der Berggeist. Köln 1872. S. 148. 190.

[230]) Glückauf. 1871. No. 20.

[231]) Dingler polytech. Journal Bd. 189. S. 30. — The Mechanics' Magazine. April 1868. S. 293.

durch geht. Tritt bei einem zu hohen Heben das Aushängeglied in den Cylinder, so drückt dessen conische Wand die vorstehenden Kanten der Platten zusammen, wodurch der Verbindungsstift abgescheert wird, der Schlitz in der innern Platte leitet den Bolzen der Zugkette durch die gebogenen äusseren Schlitze nach deren Verlängerung, wodurch dem Bolzen der Durchgang geöffnet und die Zugkette vom Aushängeglied gelöst wird. Dieses setzt sich mit seinen oberen Ansätzen auf die obere Flansche des Cylinders und hält das Fördergestell fest, indem der Bolzen der Fördergestellkette durch den geraden Schlitz der innern Platte aus den bogenförmigen Schlitzen der äussern Platten gehoben wird, aber nicht heraustreten kann, weil die Schlitze nach unten geschlossen sind. Ein Zurückgehen der Platten kann nun nicht mehr stattfinden und das Aushängeglied sitzt fest im Cylinder, mit ihm aber auch der Korb. Aehnliche Vorrichtungen sind von Bryham[232]) und von Aytoun[233]) angegeben, welche sich nur dadurch unterscheiden, dass das Aushängeglied mit der Zugkette in die Höhe geht, der Bolzen der Fördergestellkette sich aus den nach Unten geöffneten Schlitzen herausbegiebt und das Fördergestell auf Caps aufsetzt, welche in richtiger Höhe unter der Stelle, wo das Aushängeglied ausgelöst wird, angebracht sind. Da das Auffangen des frei hängenden Korbes durch die Caps immerhin nicht sicher ist, verdient die Vorrichtung von Ormerod den Vorzug. — Auf ganz gleichem Princip beruht das von King angegebene Aushängeglied.[234]) Dasselbe System ist bei den Angaben von Schantl,[235]) sowie bei der Einrichtung des mehrerwähnten Förderkorbs auf den Steinkohlengruben von Blanzy[236]) zur Anwendung gelangt. Auch bei dem öfter hervorzuheben gewesenen Förderkorb auf dem Dechenschacht der Heinitzgrube bei Saarbrücken von Pinno[237]) ist eine derartige Vorkehrung getroffen worden, welche in der Anordnung von den vorhergehenden zwar abweicht, aber doch die ähnlichen Mängel enthält. Dieselben bestehen vorzugsweise darin, dass in den Schacht fallende Gegenstände auf das Glied mit solcher Kraft wirken können, dass ein unvorhergesehenes Auslösen des Förderkorbs bewirkt wird; man hat sich deshalb noch nicht allgemein zur Anbringung dieser Vorkehrung entschliessen können, weil dadurch ein neues, Unsicherheit mit sich führendes Glied in die Kette der Förderapparate eingefügt wird, welches direct die Ursache von Unfällen werden kann, wenn man sich auf seine Wirksamkeit verlässt, während man am sichersten fährt, wenn man sich der Zuverlässigkeit des

---

232) The Mechanics' Magazine. Juni 1867. S. 382.

233) Ebenda. Juli 1867. S. 4.

234) The Mining Journal. London 1868. p. 906. — Berg- u. hüttenm. Zeitg. v. Kerl u. Wimmer. Leipzig 1871. S. 154.

235) Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure Bd. 14. S. 268.

236) Burat: les houillères en 1868. p. 105.

237) Pinno: a. a. O. in Zeitschrift f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 18. B. S. 41.

Maschinenwärters versichert halten darf.[238]) Dagegen bietet eine völlige Sicherheit gegen die Gefahr des Ueberwindens die auf den Steinkohlengruben Paulus[239]) bei Morgenroth und Abendstern bei Rosdzin[240]) in Oberschlesien getroffene Einrichtung in der Fördermaschine selbst, welche durch selbstthätige Abschliessung der Drosselklappe sofort ausser Thätigkeit gesetzt wird, sobald der Förderborb über die Hängebank gelangt ist.

Die Lage der Seilscheiben zur Maschine muss so angeordnet werden, dass das Seil beim Uebergang von den Seilscheiben in den Schacht nicht zu weit unter dem rechten Winkel gebogen wird, weil eine schärfere Biegung der Haltbarkeit der Seile, namentlich der Drahtseile, schadet; man erreicht dies durch verhältnissmässig niedrige Lage der Seilscheiben, möglichst weite Entfernung der Maschine vom Schachte und hohe Stellung der Seilkörbe.

Die Gerüste müssen möglichst einfach hergestellt werden und nur so stark sein, dass sie einerseits dem Druck der Last, andrerseits dem Seilzug widerstehen. Von der Ueberbauung der Gerüste durch kostspielige Schachtthürme kommt man nach englischem Muster auch bei uns immer mehr ab.[241]) In neuerer Zeit fängt man an, die Seilscheibengerüste aus Eisen zu construiren, so z. B. auf den Gruben bei Saarbrücken.

Der Verlagerung der Seilscheiben auf Federn oder langen federnden Angewägebalken ist oben S. 111 Bd. II schon gedacht, wo es sich um die Mittel handelte, den Stoss beim Anheben des Fördergefässes auf das Seil unwirksam zu machen; es ist damit der Uebelstand verbunden, dass die Federn nicht dauernd gleich stark bleiben.

### h. Bremsen.

Um die Bewegung in der Gewalt zu behalten und zu mässigen, wenn sich das Fördergefäss der Hängebank nähert und das niedergehende Gefäss durch Ueberschuss der Seillänge das Uebergewicht erhält, sind Bremsen erforderlich, namentlich überall da, wo bedeutende Centrifugalkraft entwickelt wird, sei es durch grosse Radien und Gewichte oder durch grosse Winkelgeschwindigkeiten. Die Bremsen werden bei Schwungradmaschinen wohl häufig auf das Schwungrad wirkend angebracht, besser aber ist es, sie auf die Seiltrommeln wirken zu lassen, weil bei deren geringerem Durchmesser die Wirkung schneller und unmittelbarer eintritt. Man hat Backen-, Schrauben-, seltener Bandbremsen, bei Dampfmaschinen speciell Dampfbremsen.[242]) Die letzteren, obwohl sie jetzt häufiger Anwendung

[238]) v. Hauer: in österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1870. S. 323. — Berggeist. Köln 1870. S. 586. — Dingler Journal Bd. 198. S. 277.

[239]) Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure Bd. 14. S. 211.

[240]) Ebenda. S. 477.

[241]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 10. B. S. 82.

[242]) „Der Berggeist". Köln 1859. S. 855. — Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 10. B. S. 80.

finden, müssen sehr gut bewartet werden, wenn sie nicht im Augenblick der Noth und des schnellen Gebrauchs den Dienst versagen sollen.

Mit den Dampfbremsen hat man eine Vorrichtung in Verbindung gebracht, mittelst welcher das Uebertreiben des Fördergestells verhindert wird, indem dasselbe eine Hebeklinke löst, wodurch mit Hilfe einer mit der Hebeklinke verbundenen Zugstange das Bremsventil geöffnet wird.[243])

Als Bremsmittel wird bei den Fördermaschinen, wie bei Locomotiven, der Gegendampf benutzt,[244]) indem bei geöffnetem Dampfventil die Steuerung einfach umgelegt wird, von den Franzosen Reversiren genannt. Für Locomotiven wird dieses Verfahren als schädlich erkannt, weil eine sehr hohe, gefährliche Temperatur im Cylinder durch die statthabende Luftcompression und ein Einsaugen von Luft in den Dampfkessel wahrgenommen ist; viel geringer sind diese Bedenken für Fördermaschinen, weil immer nach jeder Tour Stillstände, also Abkühlung eintritt, auch die Wirkung des Gegendampfes nicht sehr energisch zu sein braucht. Man wendet deshalb häufig beim Einhängen von Materialien oder Einfördern von Menschen Gegendampf ohne Nachtheil an. Steigern sich die Mengen, welche einzuhängen sind, so hat man allerdings Vorkehrungen getroffen, wie im südlichen Frankreich auf den Schächten von Montceau, wo grosse Mengen von Bergen zum Versetzen in den Abbauräumen eingefördert werden müssen, so dass die Maschinen mehre Stunden hintereinander mit Gegendampf arbeiten und bei der Schnelligkeit des Förderns die Gefahr zu grosser Erwärmung vorliegt. Man lässt deshalb den Dampf nicht direct in die Atmosphäre ausblasen, sondern führt ihn durch einen grösseren Dampfraum, welcher nun mit Dampf von Atmosphärenspannung und condensirtem warmen Wasser gefüllt ist. Der Maschinenwärter schliesst in demselben Moment, wo er die Steuerung umlegt und Gegendampf giebt, ein in dem Ausblaserohr angebrachtes Ventil, welches indess immer noch eine, wenn auch erschwerte Communication zwischen dem Cylinder und dem Dampfraum offen lässt; in Folge dessen wird von dem Kolben keine Luft, sondern mit Wasser geschwängerter Dampf aus dem Dampfraum angesogen und dadurch während der Compressionsperiode die zu starke Erwärmung des Cylinders verhindert. Es soll auch schon genügen, wenn man den Dampfraum fortlässt und in dem Ausblaserohr, welches dann möglichst gross zu nehmen ist, eine Drosselklappe anbringt, weil in der Compressionsperiode ziemlich viel Dampf zwischen dem Kolben und Cylinder verloren geht, welcher das Ausblaserohr füllt, und aus demselben wieder angesogen wird. Da bei jedem Treiben zuerst mit wirkendem Dampf angehoben werden muss und nach jedem Treiben ein Stillstand eintritt, so

[243]) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl und Wimmer. Leipzig 1869. Seite 296.

[244]) Hilt: über die systematische Anwendung des Gegendampfes bei Fördermaschinen in Zeitschrift f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 17. B. S. 49. — Burat: les houillères en 1868. p. 109.

ist anzunehmen, dass schon die einfache Absperrung des Ausblaserohrs genügt, um eine zu starke Erwärmung des Cylinders zu verhüten; auch ein Nachtheil auf den Mechanismus der Maschine ist nicht vorauszusetzen, auch nicht wahrgenommen worden. Man wird deshalb dieses einfache Mittel überall da anwenden und der Bremse vorziehen können, wo es sich nicht um schnellen oder plötzlichen Stillstand, sondern um eine Mässigung der Bewegung handelt. Der Maschinenwärter hat nur nöthig, nachdem er den Steuerhebel in die richtige Lage gebracht hat, das Dampfleitungsventil zu reguliren und dasselbe je nach der zu bewirkenden Geschwindigkeit mehr oder weniger zu öffnen oder zu schliessen. Das Verfahren gewährt demnach in allen Fällen des Gebrauchs ausreichende Wirkung, Gefahrlosigkeit für die Maschine bei ökonomischem Verbrauch des Dampfes, eine bequeme und sichere Steuerung. Für Locomotiven ist eine andere Methode, die Dampfrepressionsbremse von Krauss vorgeschlagen. Hierbei bleibt die Steuerung unverändert liegen, das Ausblaserohr wird gegen die äussere Luft abgeschlossen und in directe Verbindung mit dem Dampfkessel gebracht, während die gewöhnliche Dampfadmissionsklappe geschlossen wird, so dass also der Dampf mit vollem Gegendruck auf den Kolben wirkt und auf der andern Seite nur der in dem schädlichen Raum enthaltene Dampf auf den Kolben drückt. Die hemmende Kraft ist hier also eben so stark, wie die wirkende. Man kann dieses Verfahren auch auf Fördermaschinen anwenden, wobei indess zu erwägen ist, dass bei jedem Treiben erst ein Anheben des Fördergestells stattfinden muss, dass also hier demnach eine Umlegung der Steuerung nothwendig ist und dass mit dieser kaum gleichzeitig die Umänderung des Dampfweges wird erfolgen können; hat man aber die Rückwärtsbewegung einmal eingeleitet, so ist durch diese Methode absolute Sicherheit geboten.

## i. Motoren.

### 1. Handgöpel.

Göpel, durch Menschen bewegt, kommen kaum noch vor. Wenn sie angewendet werden, haben sie meistentheils 4 Schwengel, seltener 8, von denen die mittleren dann an Querriegel befestigt sind; die Schwengellänge nimmt man 2 Meter, nicht gut über $2^1/_2$ Meter. Den Halbmesser des Seilkorbes mit der Hälfte der Seildicke macht man gleich einem Viertel der Schwengellänge; die Geschwindigkeit nimmt man etwa zu 1 Meter in der Sekunde. Die Leistung sollte grösser sein, als am Haspel wegen der günstigeren Stellung der Arbeiter, sie ist es aber nicht theils wegen der Ungewohnheit, theils weil die Arbeiter sich selbst fortbewegen müssen.

### 2. Thiergöpel.

Die wesentlichen Theile der durch Thiere bewegten Göpel sind die Göpelwelle, an deren oberen Theil der Seilkorb zur Aufnahme des Seils angebracht ist; dieselbe steht unten mit ihrem Zapfen in dem Göpelstock,

welcher fest in dem Erdboden verlagert und eingegraben ist, während der obere Zapfen in dem Dachgespärre des Göpelthurms die entsprechende Pfanne hat; mit der Welle verbunden ist der Renn- oder Tummelbaum (Schwengel), welcher so angebracht sein muss, dass die Thiere umwenden können. Bei horizontaler Lage giebt man daher eine Wendedocke, was aber nicht zweckmässig ist, oder man benutzt gebogene Schwengel, oder man setzt ihn unter einem Winkel von etwa 50 Grad an.[245])

Die Seilkörbe sind entweder cylinderisch oder konisch und selbst mit Seilfächern, als eigentliche Spiralkörbe construirt; die konischen sind in drei Gestalten vorhanden, indem entweder die grossen Grundflächen oder die kleinen Grundflächen der beiden Seilfächer oder die grosse des einen mit der kleinen des andern zusammenfallen, von denen die dritte Construction kaum noch in Anwendung ist. Dieselben sollen die Seillast ausgleichen, was freilich vollständig nur möglich wäre, wenn der Korb die Form eines Rotationskörpers hätte, dessen Erzeugungslinie den sog. Karniessleisten ähnlich wäre.[246]) Die Herstellung der Körbe geschieht aus Armgevieren, denen die Welle zur Achse dient und welche am Anfange Kränze aufnehmen, diese etwas vorstehen zu lassen, ist zweckmässig; zwischen den Kränzen wird die Verschalung angebracht, auf welche sich das Seil aufzuwickeln hat. Neuerdings stellt man die Körbe auch wohl aus Eisen her. In Freiberg macht man die obere Korbhälfte beweglich und richtet sie so ein, dass man sie mittelst einer Winde heben kann, um im Stande zu sein, aus verschiedenen Sohlen bequem zu fördern. In der Nähe des Korbes bringt man Rollen an, welche durch ein Gewicht an das Seil gedrückt werden, um denselben als Leitung bis zu den Seilscheiben zu dienen. Bei grossen Lasten darf eine Bremse an dem Seilkorb nicht fehlen.

Die Aufstellung der Göpel erfolgt bei seigeren Schächten in der Regel seiger, so dass das Seil über die Seilscheiben im rechten Winkel gebogen ist; da bei tonnlägigen Schächten die Seilscheiben in der Neigungsebene des Schachtes zu liegen haben, so richtet man hierbei die Stellung der Göpelwelle so ein, dass das Seil eine möglichst vortheilhafte Biegung erhält. Damit regelmässiges Aufwickeln des Seils stattfindet, ist die Entfernung der Seilkorbwelle vom Schachte mindestens 20 Mal so gross zu nehmen, wie die Seilfachhöhe.

Für Thiergöpel sind nur Rundseile anwendbar.

An dem Schwengel befindet sich die Scheere zum Anspannen der Pferde; damit dieselben nicht eine rückgängige Bewegung machen können, ist ein Schleppspiess angebracht, welcher das Zurückgehen verhindert.

Die Bespannung erfolgt durch 1 oder 2 Pferde, nur selten hat man

---

[245]) Weisbach: Lehrbuch der Ingenieur- u. Maschinenmechanik. Braunschweig 1851 bis 1860. Bd. 3. S. 529.

[246]) Ebenda. S. 539.

mehr, z. B. in Wieliczka 4 Paar Pferde,[247]) während früher so starke Bespannungen häufig waren.

Auf den Freiberger Gruben hat der Korb bei zweispännigen Göpeln $3^3/_4$ bis 4 Meter Durchmesser, bei einspännigen nur $1^7/_8$ bis 2 Meter; die Schwengellänge verhält sich zum Seilkorbdurchmesser bei 11 bis 12 Centner Last und (130 bis 140 Lachter) 270 bis 290 Meter Tiefe wie 17 : 4, wofür wegen der Seilstärke und des schrägen Zuges 4 : 1 zu rechnen ist, so dass der Radius des Schwengelkreises (24 bis 32 Fuss) $7^1/_2$ bis 10 Meter beträgt. Im Mansfeldischen ist bei einspännigen Göpeln das Verhältniss 5 bis 7 : 1, in Ungarn bei mehrspännigen wie 3 bis 2 : 1, neuerdings 2 : 1, in den älteren Constructionen wie 17 : 6 oder 49 : 20, auch in Wieliczka wie 2 : 1, bei sehr tiefen Schächten wie 4 : 1. In Cornwall hat der cylinderische Korb 3 Kränze, dessen Durchmesser beträgt (10 Fuss) 3 Meter, die Höhe (5 Fuss) 1,5 Meter, der Radius der Bahn oder des Schwengelkreises (21 Fuss) 6,5 Meter, der Seilscheibendurchmesser (2 bis 4 Fuss) 0,625 bis 1,25 Meter; bei einer Tiefe des Schachts unter 80 Meter bespannt man mit einem Pferde, für tiefere Schächte mit 2 Pferden, welche 6 Stunden arbeiten und während dieser Zeit traben, während sie anderwärts im Schritt gehen.

Ein Pferd leistet nach Weisbach[248]) im Mittel 95 Pfund bei 0,9 Meter mittlerer Geschwindigkeit in der Sekunde bei achtstündiger Arbeit; die Geschwindigkeit der Last ist im Mittel (1 Fuss) 0,3 Meter in der Sekunde, selten über ($1^1/_2$ Fuss) 0,5 Meter, oft unter dem Mittel. Nach Gätzschmann sind die Pferdegöpel in Schächten von (40 bis 140 Lachter) 80 bis 290 Meter Tiefe anwendbar.

### 3. Hydraulische Motoren.[249])

#### *aa.* Kehrradgöpel.

Kehrradgöpel sind durch Wasserräder bewegt, welche wohl in der Regel oberschlächtig sind, weil sie meist unter Tage hängen; um die Vor- und Rückwärtsbewegung hervorzubringen, wäre die Kuppelung zweier entgegengesetzt geschaufelter Räder wohl anwendbar, man zieht aber das doppelt geschaufelte Kehrrad vor. Meistentheils bringt man Vorgelege nicht an. Es giebt zwei Arten. Bei der einen sitzen die Seilkörbe unmittelbar auf der Wasserradwelle und zwar zu jeder Seite des Rades ein Korb, wobei lange Seile in besonderen Seilschächten bis zu Tage gehen. Bei der anderen Art liegen die Seilkörbe über Tage, wobei das Rad ein Stangenvorgelege treibt; zu jeder Seite des Rades befindet sich ein doppelter Krummzapfen, deren Wangen um je einen Viertelkreis von einander stehen, damit von den 4 Schachtgestängen regelmässig 2 niedergehen und die

---

[247]) Hrdina, Geschichte der Wieliczkaer Saline. S. 209.
[248]) Weisbach a. a. O. Thl. 2. S. 304. Thl. 3. S. 535.
[249]) F. Neumann: hydraulische Motoren. Weimar 1868.

Arbeit verrichten, denn man kann ihnen keine Leitung geben, also auch nicht durch Schub arbeiten lassen, sondern nur durch Zug.[250]) Statt der Stangenvorgelege wendet man bei Rädern, welche über Tage liegen, z. B. am Harz Feldgestänge, Kettenvorgelege u. dgl. m. an. Die zweite Art ist die ungünstigere Einrichtung. Die erste Art giebt unter günstigen Verhältnissen in einem seigeren Schacht von (1000 Fuss) 300 Meter Tiefe 75 Procent, die zweite Art unter ungünstigen Verhältnissen in tonnlägigem Schachte und mit langem Vorgelege nur 30 Procent Nutzeffect.

Der Treibemeister hat die Hebel für zwei Schütze, für die Bremse und für zwei Stürzhaken zu führeu; dabei hat er darauf zu achten, dass die eine Schütze um so mehr geschlossen werden muss, je näher das Gefäss der Hängebank kommt, um die Schnelligkeit der Bewegung zu hemmen.

Die Geschwindigkeit bei dieser Förderungsmethode beträgt ($1^1/_2$ bis 3 Fuss) 0,5 bis 1 Meter.

### *bb.* Turbinengöpel.

Man hat Göpel mit horizontaler Turbine, bei welcher sich Vorrichtungen finden, um vor- und rückwärts treiben zu können, z. B. auf der Grube „Gesegnete-Bergmannshoffnung" bei Freiberg, durch Oberkunstmeister Braunsdorf construirt;[251]) auch hier ist die Nothwendigkeit, eine Bremse anzubringen, vorhanden. Ferner muss man ein- oder mehrfache Räderübersetzung anwenden, weil z. B. bei ($1^1/_2$ bis 3 Fuss) $^1/_2$ bis 1 Meter Schachtgeschwindigkeit in der Sekunde und (7 bis 9 Fuss) 2 bis 3 Meter Korbdurchmesser derselbe nur 4 bis 8 Umdrehungen in der Minute macht.

Auf der Grube Heinrichsegen im Revier Müsen ist in der tiefen Stollnsohle eine Turbine zur Förderung aus 63 Meter (30 Lachter) Tiefe aufgestellt, welche das Kraftwasser aus einem höheren Stolln erhält und Tonnen von $3^1/_4$ Hektoliter (6 Scheffel) Inhalt fördert.[252])

Vertikale Turbinen mit theilweiser Beaufschlagung der Wasser sind als Kehrturbinen benutzt, z. B. auf „oberes neues Geschrei Fundgrube" bei Freiberg.

### *cc.* Wasseraufzüge.

In Oesterreich werden die Wasseraufzüge Kübelkünste genannt und dort in der rohesten Form beim Bergbau im Salzthon angewendet, indem man ein mit Wasser gefülltes Gefäss auf das Gestell für den leeren Kübel setzt und dadurch den Aufgang des vollen Kübels bewirkt; unten wird das Wasser entleert und das Gefäss mit dem vollen Kübel wieder zu Tage gefördert.

---

[250]) Weisbach a. a. O. Thl. 3. S. 541.
[251]) Ebenda. S. 546.
[252]) Hauchecorne a. a. O. S. 78.

In grösserer Vervollkommnung finden sich die Wasseraufzüge im Mansfeldischen, in Oberschlesien, in England beim Kohlenbergbau in Südwales,[253]) und zwar nur in seigeren Schächten. Sie sind zunächst überall anwendbar, wo Stolln zum Abgiessen der eingeführten Wasser vorhanden sind, kommen aber auch in Tiefbauen vor, indem man die ausgegossenen Wasser wieder hebt oder die Einrichtung so trifft, dass sie auf einer höheren Stollnsohle ausgegossen werden können.

Wo man aus derselben Sohle fördert, in welcher die Wasser entleert werden, giebt man Wasserkasten unter den Gestellen; zweckmässig versieht man die Wasserkasten mit Ventilen, welche sich beim Aufstossen des Kastens öffnen und eine Selbstentleerung bewirken, oder man bringt einen Seilzug an den Klappen an, welche dadurch von dem Arbeiter geöffnet werden. In der Regel wendet man eine grosse Seilrolle oder Seilscheibe über den Fördertrümen an, über welche das Seil in dem einen Trum hinab, in dem anderen hinaufgleitet, oder man hat eine grössere Seilscheibe in der Mitte zwischen den Trümen und 2 kleinere Seilscheiben, für jedes Trum eine, oder aber man benutzt für jedes Trum eine kleine Leitscheibe, wo man dann die Seile auf einen gemeinschaftlichen Seilkorb leitet. Dabei ist die Anbringung einer kräftigen Bremse nothwendig, besonders wenn keine Ausgleichung des Seilgewichts stattfindet, was dadurch geschieht, das man unter beiden Kasten eine gemeinschaftliche Kette anbringt, welche im Schachttiefsten über eine Rolle geführt ist.

Fördert man aus verschiedener Tiefe, so sind die Wassergefässe immer von den Gestellen getrennt, sie gehen dann entweder an kleineren Hebelsarmen der Seilscheiben oder Seilkorbwelle, besser aber findet eine Uebersetzung durch Vorgelege statt, wie z. B. im Mansfeldischen auf dem Lichtloch 23. des Schlüsselstollns.[254]) Hier hatte die Seilscheibe für die Wassergefässe ($7^1/_4$ Fuss) $2^1/_4$ Meter Durchmesser, die Uebersetzung fand im Verhältniss von $^{103}/_{43}$ statt, der Durchmesser der Scheibe für die Fördertonnen war ebenfalls ($7^1/_4$ Fuss) 2,25 Meter; man benutzte Bandseile und unter den Kasten contrebalancirende Ketten; ebenso hatte man auf dem Müllerschacht daselbst, wo aus ($53^1/_4$ und $47^7/_8$ Lachter) 111 und 99 Meter Tiefe gefördert wird, der Zabenstädter Stolln die Wasser hergiebt und auf dem nur ($10^3/_8$ Lachter) 22 Meter tieferen Schlüsselstolln dieselben wieder abfliessen, Vorgelege im Verhältniss von 5 : 1; die Wassergefässe enthielten (75 Kubikfuss) 2 Kubikmeter oder 4815 Pfund, die Last betrug $5^1/_4$ bis $6^1/_2$ Centner, die Geschwindigkeit (4 Fuss) 1,25 Meter in der Sekunde, wobei man in der achtstündigen Schicht 90 bis 95 Gefässe förderte. Auf Braunkohlengruben im Halberstädtschen fördert man mit einer Geschwindigkeit von (4,55 Fuss) 1,5 Meter in der Sekunde aus (20

[253]) Zeitschr. d. schles. Vereins. Jahrg. 1859. S. 121, 161, 210, 378. Jahrg. 1860. S. 31. — Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 2. A. 376. Bd. 3. A. 121. B. S. 48. Bd. 4. B. S. 71. Bd. 6. B. S. 114. Bd. 8. A. S. 189.

[254]) Erdmenger in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 19. B. S. 274.

Lachter) 42 Meter Tiefe in 30 Sekunden, wo man Wassergefässe aus Eisenblech anwendet, welche das Anderthalbfache des Lastgewichts an Wassergewicht fassen. Ueberhaupt kann man annehmen, dass ohne Benutzung von Vorgelegen etwa 1½ Centner Wasser zum Heben von 1 Centner Kohle erforderlich sind, wovon nur tiefe Schächte wegen der vorhandenen Seillast eine Ausnahme machen.

Die Wasser muss man unter einem gewissen Druck, etwa (2 bis 3 Fuss) 0,66 bis 1 Meter, in den Kasten einströmen lassen, wozu der Arbeiter einen Hebel führt; zur Ansammlung der Wasser über Tage dienen Reservoire oder Sammelteiche. In Oberschlesien werden hierzu die von den Pumpen zu Tage gehobenen Wasser benutzt, was nach Nottebohm[255]) deshalb vortheilhaft sein soll, weil eine gute Wasserhaltungsdampfmaschine, auf Brennmaterial bezogen, grösseren Nutzeffect hat, als eine ebenso gute Förderdampfmaschine, die man also durch den Wasseraufzug erübrigt; im Mansfeldischen hat man einen Nutzeffect von 54 bis 64 Procent erzielt.

Wo es sich um die Bewältigung geringer Fördermengen handelt, ist die Anwendung der Wasseraufzüge wohl nicht zu verwerfen, zumal sie in der Anlage einfach und billig sind; bei grossen Fördermengen sind sie aber unanwendbar, weil das jedesmalige Entleeren der Wasserkasten zu viel Zeit raubt.

### *dd.* Wassersäulengöpel.[256])

Die Wassersäulenmaschinen werden zur Förderung bis jetzt noch selten angewendet, man findet sie im Mansfeldischen,[257]) in Ungarn, im Königreich Sachsen. Auf der Grube Wildenberg im Revier Olpe im Siegen'schen ist in neuerer Zeit eine Wassersäulenmaschine zur Förderung aufgestellt,[258]) desgleichen bei dem k. k. Blei- und Zinkerzbergbau in Raibl.[259])

Die von Adriany für den Andreasschacht bei Schemnitz erbaute Wassersäulenmaschine[260]) hat zwei liegende Cylinder, directe Uebertragung auf die Seilkorbwelle und Schwungrad; die Umsteuerung erfolgt durch einen Vierweghahn, sonst sind Steuerkolben vorhanden. Das Gefälle beträgt (355 Fuss) 111 Meter, der Durchmesser der Treibecylinder (6,2 Zoll) 16 Centimeter, der Hub in denselben (38,2 Zoll) 1 Meter, sie sind doppeltwirkend und machen 4¼ Spiele in der Minute, wobei die Geschwindigkeit der Tonne im Schachte (1½ Fuss) 33 Centimeter in der Sekunde beträgt.

Ebenso ist die von Bornemann erbaute Wassersäulenmaschine auf

---

255) Zeitschr. des schles. Vereins. 1859. S. 162.

256) Althans, über die Anwendung der Wassersäulenmaschinen auf den Bergbau. Zeitschr. Bd. 9. B. S. 1.

257) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 3. A. S. 121. Bd. 8. A. S. 189.

258) Hauchecorne a. a. O. S. 78.

259) Scherks in v. Rittinger Erfahrungen. Jahrg. 1869. Wien 1870. S. 2.

260) Weisbach a. a. O. Thl. 3. S. 555.

Daniel Fundgrube bei Schneeberg[261]) doppeltwirkend mit zwei liegenden Cylindern.

Der Wassersäulengöpel auf dem Lichtloch No. 21. des Schlüsselstollns bei Hettstädt hat 2 Stiefel, ist doppeltwirkend und kann 6 Pferdekräfte entwickeln. Die neuere Anlage auf dem Wassermannschacht bei Eisleben fördert aus dem Flachen unterhalb der Gezeugstrecke, die Aufschlagewasser müssen wieder zurückgehoben werden; der Göpel hebt nur einen Hund, welcher durch sein eigenes Gewicht wieder zurückgeht, daher nur ein ausrückbarer Seilkorb vorhanden ist; die Wassersäulenmaschine hat zwei liegende Cylinder von ($4\frac{1}{2}$ Zoll) 12 Centimeter Durchmesser und ($20\frac{1}{2}$ Zoll) 54 Centimeter Hub.

Ganz neu sind die durch Armstrong an den Wassersäulenmaschinen herbeigeführten Verbesserungen. Derselbe giebt 2 oder 4 Cylinder, lässt doppeltwirkend arbeiten, wendet Schiebersteuerung an, stellt die Cylinder paarweise geneigt und benutzt zur Umsteuerung die von der Dampfmaschine entnommene Coulisse. Nach seinem Princip befand sich auf der Grube South Hetton bei Eppleton im nördlichen England eine Maschine, welche jetzt abgeworfen ist, zur Förderung aus flachen Abbauen mit 4 Cylindern von (3 Zoll) 8 Centimeter Durchmesser, (12 Zoll) 31 Centimeter Hub 100 Spielen in der Minute bei (600 Fuss) 188 Meter Fallsäule. Auf der Bleierzgrube Allenhead[262]) hat man 4 Cylinder von (6 Zoll) 16 Centimeter Durchmesser, (18 Zoll) 47 Centimeter Kolbenlauf, 60 Spielen in der Minute mit (15 Fuss) 4,75 Meter Seilgeschwindigkeit in der Sekunde, (230 Fuss) 72 Meter Wassergefälle, die Last beträgt 7 bis 10 Centner, das Seil ist nicht ausgeglichen. Man erhält bei den Maschinen von Armstrong (180 bis 200 Fuss) 56 bis 63 Meter Kolbenbewegung in der Minute, ähnlich wie bei Dampfmaschinen.

In neuester Zeit construirt Armstrong drei einfachwirkende, mit Plungerkolben versehene schwingende Cylinder, welche an drei um 120 Grad verstellte Kurbeln angreifen.

In Verbindung mit der Wassersäulenmaschine von Armstrong überhaupt steht der von ihm construirte Accumulator, durch welchen die Wirkung continuirlich arbeitender Dampfmaschinen zu einer intermittirenden Leistung angesammelt wird, wofür zahlreiche Beispiele in England sich finden, bei uns ist derselbe bei der Trajectanstalt über den Rhein zu Ruhrort, auf der Johanneshütte der deutschholländischen Gesellschaft bei Duisburg und jetzt an vielen anderen Orten benutzt.

---

[261]) Jahrb. f. d. Berg- u. Hüttenm. a. d. Jahr 1856. Freiberg. S. 184.
[262]) Allgem. Berg- u. hüttenm.-Zeitg. von Dr. Hartmann. Quedlinburg 1860. S. 470.

### 4. Dampfgöpel.[263])

Die mit Dampf betriebenen Göpel sind die kräftigsten von allen Fördermaschinen und gestatten bei guter Construction und entsprechenden Einrichtungen im Schachte Geschwindigkeiten von (20 bis 25 Fuss) 6 bis 8 Meter in der Sekunde, weshalb sie von grösster Wichtigkeit beim Steinkohlenbergbau sind, wo grosse Fördermassen bewältigt werden müssen, und wo das Brennmaterial verhältnissmässig billig und unmittelbar zur Hand ist. Sie eignen sich übrigens vorzugsweise da, wo ein ununterbrochener Betrieb stattfindet. Mit Wassergöpel verglichen, haben sie vor diesen den Vorzug, dass sie im Allgemeinen leichter anzulegen, zu versetzen, der Oertlichkeit mehr anzupassen und lenksamer sind.

Das Princip der Construction ist sehr verschiedenartig, theils nach localen Ansichten, theils nach der Zeit der Erbauung; gemeinsam darin ist, dass sie doppeltwirkend construirt werden.

Früher hatte man häufig Maschinen mit Condensation, jetzt überwiegen Hoch- und Mitteldruckmaschinen, theils weil man in der Regel grössere Kraft verlangt, theils wegen ihrer einfacheren Construction und wegen der oft vorhandenen Schwierigkeit, die Wasser zur Condensation zu beschaffen. Expansion im grösseren Masse wird wohl überhaupt nur selten angewendet, doch hat sie in neuerer Zeit Audemar auf den Gruben bei Blanzy bei einer 350 Pferde kräftigen Fördermaschine angewendet, von wo sie auch nach Nordfrankreich und nach Belgien bei sehr starken Maschinen eingeführt ist.[264])

Früher wurden überwiegend Balanciermaschinen mit Vorgelege gebaut, mit $\frac{1}{2}$ Umsetzung bei einer Stärke von über 40 Pferden, mit $\frac{1}{3}$ und selbst $\frac{1}{4}$ bei geringerer Stärke, wobei das Getriebe auf der Schwungradwelle sitzt; jetzt findet für grosse Geschwindigkeiten directe Uebertragung der Bewegung auf die Seilkorbwelle statt.

Auf der Steinkohlengrube Wilhelmine Victoria bei Gelsenkirchen zerbrach das Schwungrad, welches 7,5 Meter (24 Fuss) Durchmesser und 20000 Kilogramm Gewicht hatte; um kein neues Schwungrad einbauen zu müssen, brachte man an der einen Seiltrommel ein Gegengewicht von 4000 Kilogramm an und hat dadurch die Möglichkeit einer grösseren Geschwindigkeit in der Förderung und eine Ersparung an Dampf erzielt.[265])

Die Steuerung war früher allgemein Schiebersteuerung, neuerdings nimmt man bei Maschinen von 40 Pferdekräften und darüber Ventilsteuerung, weil dieselbe eine geringere Kraft beim Umsteuern erfordert, wenn auch die Ventile den Nachtheil haben, dass sie zuweilen beim Eintritt von Wasser hängen bleiben, was aber durch besondere Vorkehrungen

---

[263]) J. Ritter von Hauer: Die Fördermaschinen der Bergwerke. Leipzig 1871; auch für die übrigen Theile dieses Abschnitts einzusehen.

[264]) The Mining Journal. London 1872. p. 231.

[265]) Hauchecorne a. a. O. S. 77.

zu beseitigen ist.[266]) Zur Umsetzung der Maschine bedient man sich jetzt wohl überall der von der Locomotive entlehnten Stevenson'schen Coulisse.

Um das Schwungrad entbehrlich zu machen, wendet man Zwillingsmaschinen, solche mit 2 Cylindern, an; man glaubte früher diese Construction nur für geringe Stärken anwendbar, welches Vorurtheil in Belgien und Nordfrankreich durch die Erfahrung glänzend widerlegt ist, so dass sich die Zwillingsmaschinen, namentlich solche mit liegenden Cylindern, jetzt auf bedeutenden Anlagen ganz allgemein einbürgern. In England giebt man den Maschinen mit stehenden Cylindern vor denen mit liegenden, welche man in Deutschland und auch in Frankreich meistentheils findet, den Vorzug, weil dabei die Fördertrommeln hoch gelegt werden können und die Biegung des Seils dadurch eine mässigere wird.

Auch Maschinen mit oscillirendem Cylinder, durch welchen das Schwungrad gleichfalls entbehrlich wird, kommen vor, sind aber nur für geringe Kraft zu empfehlen.

Die Gestalt der Seilkörbe ist für Bandseile von selbst gegeben, für runde Seile hat man in früherer Zeit wohl ausschliesslich cylinderische Seilkörbe benutzt, neuerdings wendet man viel konische Körbe an, um das Seilgewicht auszugleichen. Zu diesem Zweck werden jetzt mit grossem Vortheil Spiralkörbe in Gebrauch genommen, so in England, auf einzelnen Gruben bei Saarbrücken, auf der Königin Luise Grube und der Königsgrube in Oberschlesien. Auf einem Schacht der Grube Duttweiler bei Saarbrücken[267]) hat man die cylinderförmigen Seiltrommeln von 3,25 Meter ($10\frac{1}{2}$ Fuss) abgeworfen und spiralförmige von 7,689 Meter ($24\frac{1}{2}$ Fuss) grössten und 2 Meter (6 Fuss $7\frac{1}{2}$ Zoll) kleinsten Durchmesser eingebaut, wodurch man nicht nur an Kohlen zur Feuerung erspart, sondern auch im Stande ist, die Maschine voll auszunutzen und das doppelte Förderquantum zu leisten. Aus Westfalen werden Dimensionen von ($15\frac{1}{2}$ Fuss) 4,865 Meter kleinstem und (33 Fuss) 10,357 Meter grösstem Durchmesser angegeben; dabei erhält jeder Korb eine Spirale von 25 Ringen aus 52 Millimeter breitem Winkeleisen und ist ($5\frac{1}{6}$ Fuss) 1,622 Meter breit, so dass sie für eine Tiefe von (250 Lachter) 525 Meter völlig ausreichen.[268]) Auch in England hat man wiederholt die Erfahrung gemacht, dass die Umwandlung cylinderischer Seilkörbe in spiralförmige für die Leistungsfähigkeit und den ökonomischen Effect von grösster Bedeutung sind.[269]) Die Spiralkörbe sind das beste und sicherste Mittel zur Ausgleichung des Seilgewichts, welche durch andere angewendete Vorrichtungen nirgends vollständig erreicht wird; um aber dem Zweck vollständig zu genügen, müssen

---

[266]) Glückauf. Essen 1872. No. 9. — Der Berggeist. Köln 1872. S. 148.

[267]) Hauchecorne a. a. O. S. 78.

[268]) Glückauf. Essen 1871. No. 34. — Der Berggeist. Köln 1871. S. 427.

[269]) The Mining Journal. London 1872. p. 205. — Glückauf. Essen 1872. No. 32.

die Seilkörbe weit genug von den Seilscheiben entfernt angebracht sein; dieselbe wird zu (60 bis 150 Fuss) 20 bis 50 Meter angegeben;[270]) nach Krane muss auf (1 Zoll) 26 Millimeter Seilkorbbreite die Entfernung (2 Fuss) 0,6 Meter betragen, wenn sich das Seil ohne Zwang in die Spiralen des Korbes einlegen und nicht der Vortheil eines geringeren Seilverschleisses verloren gehen soll.[271])

Zur Verminderung des Seilverschleisses hat Craven in Wackefield sich eine Vorrichtung patentiren lassen, durch welche die Seiltrommeln während ihrer Umdrehung eine langsame Verschiebung längs der Welle erhalten, damit das Seil stets senkrecht zur Trommel aufläuft.[272]) Denselben Zweck erreicht man, wenn man, wie es bereits vielfach geschieht, der Leitrolle zwischen Seiltrommel und Seilscheibe eine entsprechende Hin- und Herbewegung mittelst Schraubenspindel ertheilt.

Die Lage der Seilkorbachse bedingt zugleich die Stellung der Seilscheiben über den Fördertrümen; die beiden Körbe liegen entweder, wie gewöhnlich, neben einander und dann vor jedem der Fördertrüme einer, oder hinter einander und beide hinter beiden Fördertrümen, die letztere Stellung ist insofern sehr günstig, als die beiden Seile sich immer nur nach einer Richtung zu biegen braucben. Wenn es irgend möglich, so muss man die Seilkörbe möglichst hoch stellen, damit die Biegung des Seils über der Seilscheibe keine zu scharfe sein braucht. Um dieses zu erreichen, werden im nördlichen England sog. Hebelmaschinen angewendet, mit stehendem Cylinder, deren Kolbenstange durch Balancierhebel geführt wird und mit ihrem Kopfe in die Seilkorbachse eingreift, so dass der Seilkorb über dem Cylinder, also sehr hoch zu liegen kommt.[273])

Der Durchmesser der Seiltrommeln wird neuerdings möglichst gross genommen, wodurch die Haltbarkeit der Seile wesentlich gefördert wird, derselbe beträgt meist nicht unter (11 bis 12 Fuss) 3,5 bis 3,75 Meter, bei grösseren Anlagen steigt man bis (17 und 18 Fuss) 5,33 bis 5,66 Meter Durchmesser. Für Bandseile muss, wenn auch nach vollständiger Aufwickelung gleichfalls ein grosser Durchmesser erzielt wird, doch der Kern, über den sich das Seil aufwickelt, einen entsprechend geringeren Durchmesser haben.

### 5. Schachtförderung mittelst comprimirter Luft.

Die Versuche zur Anwendung comprimirter Luft beim Grubenbetriebe sind auf den Gruben bei Saarbrücken auch auf die Schacht-

[270]) Glückauf. Essen 1872. No. 12.

[271]) Krane: Ausgleichung der Gewichte der Förderseile u. Förderlasten in seigeren Schächten in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 12. B. S. 242. — Ebenda. Bd. 10. B. S. 81.

[272]) Dingler polyt. Journal Bd. 200. S. 350.

[273]) Serlo, v. Rohr, Engelhardt a. a. O. Bd. 10. B. S. 78.

förderung ausgedehnt worden.[273]) Auf der Grube Sulzbach-Altenwald benutzte man einen Lufthaspel zum Weiterabteufen von der ersten zur zweiten Tiefbausohle. Derselbe ist am Füllorte des Schachtes in der ersten Tiefbausohle aufgestellt worden und besteht in einer Zwillingsmaschine, welche neben der Förderung auch die Wasserhaltung zu besorgen hat. Die Cylinder haben $130^3/_4$ Millimeter Durchmesser und $235^1/_3$ Millimeter Hub und sind für 5 Atmosphären Ueberdruck mit während des Ganges verstellbarer Expansion mit $^1/_8$ und $^8/_8$ Cylinderfüllung construirt, indess ist nur immer mit voller Cylinderfüllung bei 3 Atmosphären Ueberdruck gearbeitet worden. Im Ganzen zeigt die Disposition keine Verschiedenheit von der eines Dampfhaspels, nur dass die Ein- und Ausströmungsöffnungen beim Schieberkasten und Cylinder etwas weiter hergestellt sind, als für Dampfcylinder unter gleichen Verhältnissen wegen der grösseren Dichtigkeit der Luft im Vergleich zum Dampf. Von der durch die beiden Kolbenstangen ergriffenen Kurbelwelle wird die Bewegung auf die Seilkorbwelle mittelst Vorgelege übertragen. Vor den eincylinderigen Lufthaspeln hat der hier angewendete den Vorzug, dass das Schwungrad entbehrt wird und doch die Maschine leicht angelassen, abgestellt und umgesteuert werden kann. Der Luftzutritt wird durch den Maschinenwärter durch ein Absperrventil in der Luftzuleitung leicht regulirt. Die verbrauchte Luft wird durch ein besonderes Rohr in das Schachttiefste geführt, wodurch vor Ort frische Wetter geschafft werden. Oekonomisch vortheilhafter würde man nach den angestellten Ermittelungen mit Dampf arbeiten, so dass sich die Anwendung der Luftmaschine nur da rechtfertigt, wo beim unterirdischen Betriebe der Aufstellung einer Dampfmaschine zu grosse Schwierigkeiten und Nachtheile für die Ventilation der Grube entgegenstehen.

Solcher Maschinen, namentlich Zwillingsmaschinen und mit Expansion, sind in neuerer Zeit mehrfach von der Maschinenbau-Actiengesellschaft Humboldt (Sievers & Comp.) zu Kalk bei Deutz ausgeführt und namentlich auf westfälischen Gruben, auch auf der Paulusgrube in Oberschlesien betriebsfähig aufgestellt.[274])

### III. Andere Fördermethoden.

*a.* Die Förderung im Schachte mit Kette ohne Ende nach Art der Paternosterwerke ist früher oft versucht, auch am Harz vor Erfindung der Drahtseile benutzt, neuerdings wieder in England angewendet. Auf der Grube Black Brook bei Liverpool[275]) findet sich eine solche Einrichtung,

---

[273]) Hasslacher: Die Anwendung comprimirter Luft zum Betriebe unterirdischer Maschinen in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 17. B. S. 30.

[274]) Der Berggeist. Köln 1872. S. 137.

[275]) Busse in Zeitschrift f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 5. B. S. 86. — Pfähler ebenda. Bd. 9. B. S. 101.

wo aus einem (52,4 Lachter) 110 Meter tiefen Schacht gefördert wird. Ueber der Hängebank liegt in einem eisernen Gerüst eine Welle, welche durch Vorgelege von der Maschine bewegt wird, an ihren beiden Enden trägt sie ein vertikal stehendes, mit 7 starken Zähnen versehenes eisernes Rad, um welches sich Laschenketten legen, in deren Glieder die Zähne der Räder eingreifen; über gleiche Räder sind die Ketten im Schachttiefsten geführt; durch Umdrehung der oberen Räder mittelst der Getriebe wird eine continuirliche Bewegung der Ketten hervorgerufen. Beide Ketten sind in Entfernungen von (18 zu 18 Fuss) 5,6 zu 5,6 Meter mit Querstäben verbunden, welche in der Mitte Haken tragen und mittelst dieser den Wagen ergreifen, zu welchem Zweck jeder Wagen mit einer die kurzen Seiten desselben verbindenden Kette versehen ist.

In Belgien ist von Sadin die Schachttiefe in mehre Abtheilungen getheilt, auf jeder ein Räderwerk angebracht, um die Kette von dem darunter befindlichen Gewicht zu entlasten, alle Räder werden durch eine gemeinschaftliche Bläuelstange vom Motor aus in Bewegung gesetzt.

*b.* Die Förderung mit starren Gestängen, welche ähnlich wie die Gestänge der Fahrkunst auf und ab bewegt werden, ist nicht neu, da sie schon 1694 von Christian Polhammer angegeben wurde[276]) und solche Einrichtungen zu Fahlun in Thätigkeit waren. Eine ähnliche Vorrichtung wurde von Hubert Sarton in Belgien 1776 angekündigt und 1813 patentirt. Beide benutzen zum Abwärtsfördern Ketten ohne Ende; zum Aufwärtsfördern hat Polhammer 2 Gestänge mit alternirender Bewegung, an denen sich Haken befinden, in welche die Fördergefässe eingehängt werden, wogegen Sarton nur ein Gestänge mit Haken benutzen wollte, was aber nicht ausgeführt ist.

Neuerdings ist diese Methode wieder von Méhu aufgenommen und auf Schacht Davy bei Anzin ausgeführt, sowohl zum Auf- wie Abwärtsfördern und zugleich als Fahrkunst[277]) Die Einrichtung ist sehr complicirt.

Von Bource ist für eine solche Fördereinrichtung ein Modell construirt, welches genau der Fahrkunst von Warocqué entspricht; in jedem Trum befindet sich eine auf- und eine niedergehende Stange, an welchen die Gefässe in Rahmen hängen; die Vorrichtung erinnert ganz an die von Polhammer. Andere meist künstliche und unpraktische Einrichtungen, welche auch nur Vorschläge geblieben sind, können hier übergangen werden.

Die Vorschläge, pneumatische Fördermethoden einzuführen, sind noch zu neu und noch nicht in die Praxis übergegangen, so dass eine Erörterung desselben z. Z. überflüssig erscheint.

---

[276]) Bruckmann: Magnalia Dei in Locis subterraneis oder unterirdische Schatzkammer aller Königreiche und Länder. Braunschweig 1727.

[277]) Annales des mines. Série 4. Tome 20. pag: 3.

## E. Tageförderung.

Die Tageförderung im Allgemeinen bildet nur einen untergeordneten Theil der bergmännischen Förderung Behufs der Abfuhr des Gewonnenen und der Zufuhr der Materialien; sie erfolgt meist in söhliger oder nahe söhliger, selten in abwärts gehender, ausnahmsweise nur, wie im Salzburgischen, in aufwärts gehender Richtung.

Die Wegförderung vom Schachte erfolgt im Kleinen in Karren, Hunden, Wagen, für grössere Längen in Wagen auf gewöhnlichen Wegen, in Schiffen auf Kanälen, in Eisenbahnwagen auf Schienenwegen. Die Förderung auf Kanälen ist wichtig für das Bewegen grosser Massen mit mässiger Geschwindigkeit und wird hierfür immer ihre Bedeutung behalten, dagegen verdient für rasche Fortbewegung die Förderung auf den Eisenbahnen den Vorzug, so dass dieselbe überall im grössten Massstabe angewendet wird.[278])

Auch für geringere Entfernungen hat man schmalspurige Schienenwege zum Transport über Tage angelegt, so die im oberschlesischen Berg- und Hüttenrevier verzweigte Rossbahn, welche früher eine Zeit lang mittelst Locomotiven, in den letzten Jahren aber wieder mittelst Pferden betrieben wurde, bei welcher man besondere Wagen, in welche die Grubenfördergefässe entleert werden, benutzt; in neuester Zeit beabsichtigt man wiederum zur Locomotivförderung überzugehen. Direct werden die Grubenförderwagen auf einer schmalspurigen Bahn mittelst Locomotiven auf der Grube Gerhard bei Saarbrücken mit vielem Vortheil transportirt.[279])

Zum Transport der Kupferschiefer ist von der Mansfelder Gewerkschaft eine Strassenlocomotive beschafft, welche drei Wagen fortbewegt. Die Resultate dieses Versuchs sind noch nicht massgebend, weil derselbe nicht dauernd fortgesetzt ist.[280])

Wichtig ist das Ausleeren der Förderwagen auf der Hängebank in die grösseren Transportgefässe. Man hat geglaubt, das Verladen grosser Massen zu beschleunigen, wenn man eine grössere Zahl Eisenbahnwagen u. dgl. m. zugleich in Ladung nimmt, hat deshalb weitläufige Ladebühnen angelegt, um möglichst viel Eisenbahnwagen zur Verladung bereit zu stellen. Dies war das frühere Princip auf den Gruben bei Saarbrücken. Dasselbe bedingte, dass die Förderwagen von der Schachtmündung sehr weit fortgelaufen werden mussten, dass also viel Zeit verloren ging, eine grosse Zahl von Förderleuten nothwendig war und die Förderwagen nur langsam zum Schachte zurückkehrten. Diese einer schnellen Verladung und präcisen Schachtförderung hinderlichen, dabei kostspieligen Umstände haben etwa seit 1863 Veranlassung gegeben, das dortige Princip zu ver-

[278]) Serlo, v. Rohr, Engelhardt a. a. O. Bd. 10. B. S. 104.
[279]) Schönemann in Zeitschr. d. deutschen Ingenieure Bd. 8. S. 371.
[280]) Hauchecorne a. a. O. S. 83.

lassen und sich das englische anzueignen. Dasselbe beruht wesentlich darauf, dass die Verladung an wenigen Punkten in unmittelbarster Nähe des Schachtes concentrirt wird; die Förderwagen haben dabei also nur ganz kurze Wege zu machen und können sämmtlich von wenigen Arbeitern entleert werden; als neue Arbeit tritt aber hier hinzu die Fortbewegung der leeren und beladenen Eisenbahnwagen, welche aber nicht schwierig ist, wenn man in der Richtung der Bewegung geneigte Bahnen anlegt oder den Transport durch Pferde besorgen lässt. Die immer ausgedehnter eingeführte Sortirung und Separation der Kohlen erheischt es ohnehin, auf die Concentrirung der Entleerung der Förderwagen an wenigen Punkten immer mehr Bedacht zu nehmen.

Ursprünglich entleerte man die Förderwagen in der Weise, dass man eine Giebelseite derselben beweglich machte, dieselbe öffnete und nun den Wagen aufkippte und auskratzte; obwohl hierdurch sehr viel Zeit und Arbeitskraft verschwendet wird, ausserdem der Wagen einer kostspieligeren und weniger stabilen Construction bedarf, hat man sich noch bei Weitem nicht überall von dieser mangelhaften Einrichtung befreit. Erst in den letzten Jahren hat man mehr und mehr die auf den englischen Gruben ganz allgemein übliche Anwendung von Wippern adoptirt. Es sind dies eiserne Gestelle, in welche der beladene Förderwagen hineingeschoben wird und welche so construirt sind, dass durch die Lage des Schwerpunkts das Gestell mit dem beladenen Wagen, ohne dass dieser sich hinausbewegen kann, umschlägt, die Entleerung in einem Moment stattfindet und das Gestell mit dem leeren Wagen wieder in seine frühere Lage zurückschlägt. Man hat die Wipper so eingerichtet, dass die Wagen sich entweder um die kurze oder die lange Seite drehen, was je durch die Oertlichkeit bedingt ist; die Constructionen sind der mannigfachsten Art, sie haben nur die Bedingung einer richtigen Lage des Schwerpunkts zu erfüllen, welche so gewählt werden muss, dass das Umschlagen nach dem Auffahren des vollen Wagens, das Zurückschlagen nach der Entleerung desselben erfolgt. Bei einzelnen Wipperconstructionen findet man Bremsen angebracht, um die Bewegung controliren zu können.[281]) Die Kreiselwipper werden jetzt abweichend gegen die älteren Constructionen auf Kohlengruben so angelegt, dass der Aussturz seitwärts stattfindet, um zur Schonung der Stückkohle die Sturzhöhe möglichst zu verringern.[282]) — Zum Aufstürzen von Halden hat man Wipper auf beweglichen Gestellwagen eingerichtet, welche auf Ladebrücken, die mit Schienen versehen sind, laufen und mit dem Vorschreiten der Halde vorrücken; auf die Gestellwagen wird der Förderwagen eingefahren und an der Aussturzstelle mittelst des Wippers entleert. Eine solche Einrichtung ist auf dem Albertschacht der Grube Gerhard bei Saarbrücken vorhanden.[283])

[281]) Herold a. a. O. B. 3. B. S. 49. — Serlo, v. Rohr, Engelhardt a. a. O. Bd. 10. B. S. 92. — Bluhme ebenda. Bd. 12. B. S. 315. 323.

[282]) Hauchecorne a. a. O. S. 82.

[283]) Hauchecorne a. a. O. S. 83.

Auch für die Entleerung der grossen Eisenbahnwagen in die Schiffe und umgekehrt hat man in England im ausgedehntesten Maasse maschinelle Einrichtungen angewendet, welche vorzugsweise auf Benutzung der Schwerkraft beruhen. Eine ausführliche Erwähnung dieser Einrichtungen, welche hier nur berührt werden können, ist von dem Herausgeber in der Zeitschrift für Berg-, Hütten- und Salinenwesen in Preussen erfolgt, worauf an dieser Stelle verwiesen werden kann.[284])

Zum Aufzug von Förderwagen[285]) auf ein höheres Niveau über Tage wird sehr häufig die Fördermaschine benutzt, indem auf der Seilkorbachse ein Getriebe aufgebracht ist, dessen Umdrehungen zu denen der Seilkörbe in dem Verhältniss stehen, wie die Förderhöhe des Aufzuges zu der im Schachte. Solche Einrichtungen finden sich nach dem Vorgange englischer Anlagen auf mehren Saarbrücker Gruben. — Auch mit einer Wasserhaltungsmaschine hat man einen Aufzug auf der Zeche Wolfsbank bei Essen verbunden, wo das Förderseil mit einem Balancierarm verbunden und mittelst einer Seilscheibe zum Aufzuge geführt ist; das Fördergestell wird bei jedem Hub der Maschine um die Höhe des Niederganges des Gestänges gehoben, beziehungsweise des Aufganges gesenkt. — Einen Dampfelevator hat man auf der Grube Concordia im Oberbergamtsbezirk Dortmund zum Heben von Kokswagen auf die Bordhöhe von Eisenbahnwagen in Anwendung. In einem Senkbrunnen von entsprechender Tiefe, welcher wasserdicht ausgekleidet ist, steht ein Rohr mit Plunger, auf dessen oberer Fläche eine Bühne angebracht ist, auf welche 2 Kokswagen mit je 6 Centner Ladung aufgefahren werden; das Gewicht des Plungers und der Bühne ist durch Gegengewicht so weit abbalancirt, dass der Ueberschuss noch hinreicht, das freiwillige Sinken des Plungers nach vollendetem Hub zu bewirken. Dieser wird durch Dampf hervorgebracht, welcher durch ein Rohr unter den Plunger geleitet wird, während durch ein anderes Rohr der gebrauchte Dampf nach Oben steigt; das unter dem Plunger sich sammelnde Condensationswasser tritt in einen Condensationsbehälter, dessen Ventil sich beim Ansammeln von Wasser durch Sinken eines in dem Behälter befindlichen Topfes öffnet, so dass der über dem Wasser stehende Dampf dasselbe durch ein besonderes Rohr zu Tage drückt.

Zu bemerken bleibt noch, dass man auf den Halden zur Fortbewegung der mit Bergen beladenen Wagen sich meistentheils nur der unvollkommenen Einrichtung von untergelegten hölzeren Bohlen bedient, um für den Wagen eine Bahn zu schaffen. Abgesehen davon, dass der Wagen dennoch nur schwerfällig transportirt werden kann, ist der Verbrauch von Bohlen ein sehr bedeutender. Man hat desshalb auf einzelnen Gruben in Saarbrücken statt der Bohlen mit Vortheil gewalztes U Eisen, von dem Hüttenwerk zu

[284]) Serlo, v. Rohr, Engelhardt a. a. O. Bd. 10. B. S. 98.
[285]) Hauchecorne a. a. O. S. 83.

Burbach bei Saarbrücken dargestellt, benutzt und dadurch wenigstens eine Ersparung herbeigeführt.

An einigen Punkten in England[286]) hat man auch für den Transport auf der Halde Schienenwege angelegt und diese in ihren Ausläufern beweglich hergestellt, um der Ausdehnung der Halde folgen zu können. Die Stege dieser Bahnen sind aus Eisen und haben an den Enden Ohren, in welche die aus Rundeisen bestehenden Schienen mit ihren hakenförmig umgebogenen Enden eingehakt werden, so dass die Verlegung leicht und schnell erfolgen kann.

Sehr wesentlich ist es, sich auch bei der Tageförderung, wo nur immer möglich, der Vortheile theilhaftig zu machen, welche die Einrichtung mit sich bringt, wonach der beladene Wagen in freier Selbstbewegung zum Entladungspunkt abläuft, der entleerte Wagen in gleicher Weise zurückkehrt, es wird dadurch, namentlich bei ausgedehnten Halden, ganz beträchtlich an Arbeitskraft gespart.

Bei Förderungen auf geneigten Ebenen hat man eine zweckmässige Einrichtung zur Selbstauslösung der Wagen. Auf der Ausstellung in Paris war eine solche vorgeführt.[287]) Die Förderung erfolgt mittelst Kette ohne Ende, welche auf der oberen und unteren Bühne der schiefen Ebene über horizontale Rollen geht, von denen die obere durch Winkelräder die Bewegung von einer Dampfmaschine erhält, die untere durch eine Spannschraube die Kette straff zieht; auf der schiefen Ebene liegen Rollen, auf welchen die Kette aufliegt. Die Wagen tragen zu jeder Seite auf Querriegeln, welche mit dem Wagenboden zusammenhängen, nach Oben offene Gabeln, in deren eine die Kette eingelegt wird, so dass bei dem Bewegen der letzteren der Wagen aufwärts, beziehungsweise abwärts mitgenommen wird. Da die Seilscheiben an den beiden Enden der schiefen Ebene so hoch über den Schienen liegen, dass sich die Kette aus den Gabeln hebt, so wird der Wagen frei und kann anderweitig verfahren werden. Es können gleichzeitig mehre Wagen aufwärts und abwärts transportirt werden.

Bei dem Betriebe des fiskalischen Kalksteinbruchs zu Rüdersdorf beseitigt man den bei der Gewinnung verbleibenden Abfall (Grutz) dadurch, dass man ihn mittelst einer Dampfmaschine auf die Höhe einer bis zu einem Bergplateau künstlich hergestellten schiefen Ebene von 172,617 Meter Länge und 11 Grad Neigung hebt. Das Seil geht am höchsten Punkte über eine der Neigung der schiefen Ebene parallel gelagerte Seilscheibe und zieht den beladenen Zug aufwärts, während das andere Ende leer nur mit der sonstigen, sogleich zu erwähnenden Armatur belastet, zurückgeht. Die Einrichtung ist dadurch von grossem Interesse,

---

[286]) Serlo, v. Rohr, Engelhardt a. a. O. Bd. 10. B. S. 58. 91.

[287]) Edoux: Rampe mit Selbstauslösung der Wagen in Berg- u. hüttenm. Zeitg. von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1868. S. 279.

dass die beladenen Wagen am Fusse der schiefen Ebene selbstthätig eingerückt und am Ende derselben ebenso ausgerückt werden, so dass das zeitraubende An- und Abschlagen vermieden wird. An beiden Seilenden hängt zunächst ein Schleppwagen a (Fig. 411, 412, 413), welcher eine sechsgliederige aus Rundeisen von 33 Millimeter Stärke gefertigte Schlinge trägt, die an ihren Querstäben cc mit kleinen Rädern dd versehen ist; Räder von gleicher Grösse sitzen auch am Schleppwagen. Die Langstäbe der Schlinge bb sind an zwei Zapfen ee des Schleppwagens befestigt und um dieselben drehbar; auch ist die Verbindung der Lang- und Querstäbe der Schlinge an den Punkten, wo die kleinen Räder dd sitzen, eine bewegliche. Am Fusse der schiefen Ebene bei B und an deren Kopfe bei A sind hölzerne Förderböcke aufgestellt, deren Construction aus der Zeichnung hervorgeht. — Bei Beginn der Förderung muss der Schleppwagen vom unteren Förderbock genau so weit entfernt stehen, dass die erste Querstange der aufgefahrenen Schlinge so hoch liegt, dass der erste Förderwagen bequem darunter hinweggeschoben werden kann. Ein Zug von 6 gefüllten Wagen ist mittelst genau gleich langer Ketten gekuppelt und zum Aufziehen fertig gestellt. Sobald die Maschine in Thätigkeit tritt, erfasst die erste Querstange der Schlinge die Hinterkante des ersten Wagens und schiebt, indem sich der Schleppwagen mit der Schlinge aufwärts bewegt, den ganzen Zug vorwärts; sobald die zweite Querstange, auf dem geneigten Holm des Förderbocks herabgleitend, mit den oberen Rändern der Förderwagen in gleiche Höhe gekommen, ist auch die Hinterseite des zweiten Wagens zur Stelle und wird von der zweiten Querstange der Schlinge umfasst. In gleicher Weise geschieht es mit dem dritten bis zum sechsten Wagen. Damit die Querstangen der Schlinge nicht hinabrutschen, sind die Förderwagen an ihren Hinterseiten mit zwei Knaggen ff versehen, welche der Schlinge ein sicheres Auflager gewähren. So umfasst, wird der Zug bis zum Höhenpunkte bei A bewegt. Hier wird der Schleppwagen, welcher bisher mit seinen grossen Rädern auf der Schienenbahn gelaufen, von derselben abgehoben, indem seine kleinen Räder dd, welche in Grösse und Spurweite mit den gleichen Rädern der Schlinge übereinstimmen, auf den geneigten Holm des oberen Förderbocks auflaufen. Die Schlinge folgt dem Schleppwagen, die Querstangen derselben werden aus den Knaggen der Förderwagen herausgehoben und erreichen bald eine solche Höhe, dass die einzelnen Förderwagen bequem darunter hinweg laufen können. Da das Freiwerden der Wagen ohne Rückstoss erfolgt, so verlieren sie nichts von der durch die Aufwärtsbewegung gewonnenen lebendigen Kraft und werden durch dieselbe auf der folgenden kurzen horizontalen Bahn ohne weitere Hilfe vorwärts getrieben. Unmittelbar hinter dem Förderbock bekommt aber die Schienenbahn eine geringe Neigung (1 : 95), so dass die vollen Wagen selbstthätig dem Entleerungspunkte zulaufen. — Früher wurden die entleerten Wagen durch Pferde nach dem Seilscheibenpfeiler zurückgefahren, dort unter die Schlinge geschoben, von dieser selbstthätig um-

fasst und wieder zum Fusse der schiefen Ebene zurückgefahren. Gegenwärtig, wo der Aussturzpunkt schon sehr weit vom Seilscheibenpfeiler entfernt ist, die Pferdeförderung also kostspielig würde, laufen die leeren Wagen in einem weiten Bogen auf geneigter Bahn der Sohle des Kalksteinbruches zu, um von Neuem gefüllt zu werden. Die leergewordene Schlinge läuft mit dem Schleppwagen, welcher dem leeren Seilende Spannung giebt, hinunter, während die am anderen Seilende gefüllten Wagen hinaufbefördert werden. Ein vor dem Arbeitspunkte gefüllter Wagen durchläuft einen Weg von 1674 Meter, davon 377 Meter durch Menschen- oder Maschinenkraft, die übrigen 1297 Meter selbstthätig. Das Förderquantum in einer zehnstündigen Schicht beträgt ca. 20000 Centner, die Kosten, einschliesslich aller Maschinenkosten, betragen für 100 Centner 1 Thaler.

# Siebenter Abschnitt.

## Fahrung.

Bei Besprechung der Fahrung kommen nur die Schächte und stärker geneigten Baue in Betracht, da in söhligen und wenig geneigten Strecken besondere Vorrichtungen hierzu nicht vorhanden sind.

### A. Gewöhnliche Fahrungen.

#### I. Fahrten.

Die alte Construction der Fahrten bestand in einem Fahrtschenkel, durch welchen runde Sprossen hindurchgesteckt wurden; in einem engen Schachte wurden solche Fahrten seiger aufgestellt.

Bei guten Constructionen hat man zwei Fahrtschenkel von ($2^1/_2$ bis 3 Zoll) 65 bis 78 Millimeter Breite, die Sprossen sind nicht rund, sondern höher als dick und auch wohl in der Mitte noch verstärkt, weil sie sich hier am leichtesten abtreten; man macht sie ($^3/_4$ bis 1 Zoll) 20 bis 26 Millimeter dick, an den Enden (2 Zoll) 52 Millimeter, in der Mitte (3 Zoll) 78 Millimeter hoch. Das Einsetzen der Sprossen erfolgt so, dass man sie leicht auswechseln kann, indem man das Zapfenloch in dem einen Schenkel so hoch auskehlt, dass die auszuwechselnde Sprosse herausgehoben werden kann. Die Entfernung der Schenkel von einander nimmt man (12 Zoll) 31 Centimeter, der Sprossen (10 Zoll) 26 Centimeter. Am besten macht man die Fahrten, wenigstens die Sprossen, von Eichenholz.

Um das zu schnelle Abnutzen der Sprossen zu verhindern, legt man in dieselben Eisenstäbe ein, entweder ($^3/_4$ Zoll) 20 Millimeter starkes Rundeisen in eine ($^3/_8$ Zoll) 10 Millimeter tiefe Hohlkehle, oder ($^3/_8$ Zoll) 10 Millimeter starkes, (1 Zoll) 26 Millimeter hohes Flacheisen in eine entsprechende Nute der Sprosse, oder halbrundes Eisen von der Breite der Sprosse auf deren oberen Kante, wovon das zweite Verfahren am meisten zu empfehlen ist.[1]) Auf der Grube Furth bei Aachen hat man Sprossen, welche ganz aus Gusseisen gefertigt sind.[2]) Auch schmiedeeiserne Sprossen hat man anderwärts versucht, sowohl mit hölzernen, wie mit eisernen

[1]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 2. A. S. 390.
[2]) Ebenda. Bd. 8. A. S. 197.

Schenkeln; wegen der geringen Dicke der Sprossen fährt es sich schlecht, weshalb man auch wohl zwei dünne eiserne Stäbe neben einander als Sprossen angewendet hat. Bei dem Oberharzer Bergbau baut man an Punkten, wo Holz leicht stockig wird, Fahrten ein, deren Schenkel aus Walzeisen und deren Sprossen aus Eichenholz bestehen; solche Fahrten gewähren nicht nur grössere Sicherheit für die Fahrenden, sondern erfordern auch, obwohl sie in der ersten Anschaffung theurer sind, geringere Unterhaltungskosten, als die gewöhnlichen Fahrten, weil sie haltbarer sind.[3]) Im Allgemeinen sind ganz eiserne Fahrten auf Abteufen beschränkt, wo die hölzernen der Zerstörung zu sehr ausgesetzt sind; dabei hat es sich auf der Steinkohlengrube Glücksburg bei Ibbenbüren bewährt, die Schenkel aus (11zölligen) 29 Centimeter langen, beweglichen Gliedern zusammenzu setzen.[4]) Am Harze hat man in kleinen Durchhieben statt Fahrtschenkel alte Drahtseile versuchsweise gebraucht.

Stellung der Fahrten. Die Fahrten müssen zur bequemen Fahrung geneigt stehen, weil auf seigeren Fahrten, namentlich beim Ausfahren, die ganze Last des Körpers von den Armen getragen werden muss und die Stellung der Füsse sehr unbequem ist; die zweckmässigste Neigung ist 70 bis 75 Grad. In seigeren Schächten von einiger Tiefe müssen die Fahrten in Absätzen eingebaut werden, damit in Entfernungen von (3 bis 5 Lachtern) 6 bis 10 Meter Ruhebühnen angebracht werden können.

Die Breite eines guten Fahrschachtes beträgt, obwohl man sie bis herunter zu ($^3/_8$ Lachter) 0,785 Meter findet, 2 . 18 = (3 Fuss) 0,942 Meter, besser noch ($^1/_2$ Lachter) 1,046 Meter; in diesem Falle stehen sämmtliche Fahrten parallel zu einander und lassen am Fusse noch (20 Zoll) 52 Centimeter Raum bis zum Stosse, so dass der Fahrende bequem abtreten und ohne eine Wendung machen zu müssen, zur nächsten Fahrt gelangen kann. Wenn die Fahrten im Zickzack gestellt sind, kann die Breite des Fahrschachtes geringer sein, doch muss hier der Fahrende beim Verlassen jeder Fahrt eine Wendung machen, was Unsicherheit hervorruft; am geringsten kann die Breite sein, wenn die Fahrten dieselbe Achsenebene erhalten. Doppelfahrten mit zwei über Kreuz stehenden Fahrlöchern in den Bühnen und mit Zickzackstellung, durch welche das gleichzeitige, unbehinderte Ein- und Ausfahren ermöglicht werden soll, bedingen wohl noch etwas weitere Schächte.

Die Befestigung der Fahrten geschieht an Dumpfhölzer oder Fahrtfröschel, quer durch den Schacht gelegten Spreizen, mittelst eiserner Bänder; die Dumpfhölzer müssen stets so gelegt werden, dass sie nicht mit dem oberen Rande der Sprossen zusammenfallen, damit der Fuss des Fahrenden das Holz nicht berührt.

---

[3]) Hauchecorne: Versuche und Verbesserungen beim Bergwerksbetrieb in Preussen in Zeitschr. f. d. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 17. B. S. 88. — Der Berggeist. Köln 1869. S. 291.

[4]) Zeitschrift f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 8. A. S. 197.

Im Uebrigen müssen die Fahrschächte gegen anstossende Fördertrüme dicht verschlagen sein, um jedes Hindurchreichen der Fahrenden zu verhindern; aber auch gegen andere Schachttrüme muss der Fahrschacht so abgesperrt werden, dass wenigstens ein Hindurchfallen der Fahrenden nicht möglich ist, was in verschiedenen Bergrevieren selbst durch Polizeiverordnungen vorgeschrieben ist, z. B. im Bezirk des Oberbergamts zu Breslau durch §. 11. der Polizeiverordnung vom 20. November 1869.[5]) Auch müssen in den Fahrschächten Einrichtungen getroffen sein, um die Traufenwasser abzufangen, welche sonst die Fahrenden stark belästigen würden.

### II. Treppen.

Treppen, in Süddeutschland Stiegen genannt, finden sich nur in tonnlägigen Schächten. Es werden entweder Stufen in das Gestein gehauen, oder sie werden von Holz mit entsprechenden Wangen hergestellt; dabei sollte seitwärts ein Geländer, aus einer Stange oder einem Seile bestehend, niemals fehlen, weil ohnehin das Fahren auf den Treppen namentlich abwärts ermüdend ist.

Beim Firstenbau im Siegen'schen finden sich zickzackförmige gemauerte Treppen von ($2^1/_2$ Fuss) 78 Centimeter Breite, mit 45 Grad Neigung, in Längen von ($1^1/_2$ Lachter) 3 Meter, worauf ein (7 Fuss) 2 Meter breiter Ruheplatz folgt, an den sich eine neue Treppe anschliesst; die Treppen sind mit einem Kellerhals überwölbt.

Beim Salzbergbau im Salzkammergut findet man, auch in seigeren Schächten, Wendeltreppen, welche zum Theil sehr unbequem sind und zu den übrigen Belästigungen des Treppenfahrens auch noch die des Schwindels bei der dauernden Bewegung im Kreise hinzufügen.[6])

### III. Rutschen.

Die Rutschen, Rutschbahnen oder Rollen finden sich fast ausschliesslich in den flachen Schächten beim Salzbergbau Süddeutschlands. Sie können nur zum Einfahren benutzt werden, gewähren aber Gewinn an Zeit und Kraft und erfordern auch geringere Anlage- und Unterhaltungskosten, als gewöhnliche Fahrteinrichtungen. Man legt die Rutschen in der Regel in Verbindung mit schmalen Stiegen an, welche zum Ausfahren benutzt werden. Die Rutschen erhalten entweder einen Gleitbaum oder zwei dergleichen, auf denen man sitzt, in einer Neigung von 30 bis 50 Grad, welche sich unten verflacht, um die Geschwindigkeit des Fahrenden zu hemmen, was derselbe auch erreicht, indem er sich hinten über legt.

---

5) Ebenda. Bd. 17. A. S. 45.

6) Huyssen, der Salzbergbau der Salzkammergüter in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 2. B. S. 35.

Um seine Bewegungen zu reguliren, erfasst der Fahrende ein seitwärts am Stosse befindliches Seil von (1 Zoll) 26 Millimeter Stärke, welches oben und unten befestigt, aber nicht straff gespannt ist.[7])

## B. Fahrkünste.[8])

Auf Anregung des Oberbergrath Albert im Jahre 1831, Erleichterungen für die Fahrung aufzusuchen, wurde durch den späteren Oberberggeschworenen Dörell zu Zellerfeld die erste Fahrkunst in Spiegelthaler Hoffnungsschacht am Harz im Jahre 1833 ausgeführt, wozu er ein für die Wasserhaltung entbehrlich gewordenes Kunstrad verwendete, welches mittelst zwei Krummzapfen und Kreuzen zwei Schachtgestänge bewegte. Es ist zwar neuerdings versucht, die Ehre der Erfindung dem Belgier Sarton, einem Uhrmacher zu Lüttich, zu vindiciren;[9]) es handelt sich aber bei dieser Erfindung nicht um die Fahrung, sondern um das Fördern mittelst Gestängen, welches schon vorher von Christoph Polhammer zu Fahlun im Jahre 1694 eingeführt worden war. (Vergleiche oben S. 158.) Die Priorität Dörell's bei Erfindung der Fahrkünste erkennt auch der Belgier Trasenster an.[10])

Die Fahrkünste haben sich in Folge der ersten Einrichtung von Dörell am Harz wohl verbreitet, sind aber der ursprünglichen Construction ganz ähnlich geblieben; in verbesserter Construction wurden sie in Cornwall eingeführt, wo ausschliesslich sie beim englischen Bergbau angewendet werden, und wo die erste schon im Jahre 1842 durch Moissenet auf der Tresavean-Grube erbaut wurde, nachdem 1834 Charles Fox einen Preis auf eine bessere Fahrung ausgesetzt hatte.[11]) Seitdem finden sich in anderweitiger Einrichtung Fahrkünste auf belgischen Steinkohlengruben, auch auf westfälischen Gruben, in Przibram in Böhmen und an anderen Orten; dennoch ist im Allgemeinen die Zahl der vorhandenen Fahrkünste verhältnissmässig sehr gering, und ihre Anwendung hat sich nicht ausgedehnt; auf einzelnen westfälischen Gruben, wo Fahrkünste im Betrieb standen, hat man sie eingestellt und die Fahrung am Seil statt dessen eingeführt. Aus England wird von dem Bau einer neuen Fahrkunst auf der Devon Great Consols Mine berichtet,[12]) dieselbe ist eine eintrümige Fahrkunst, welche in ihrer Einrichtung nichts Neues dar-

[7]) Huyssen a. a. O.

[8]) Dittges im Berggeist. Köln 1869. S. 77.

[9]) Des échelles mobiles dites Fahrkunst. Leur inventeur Hubert Sarton de Liège. Liège. 1860. Vgl. Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 8. C. XXXVII.

[10]) Revue universelle des mines 1859. t. VI. p. 377; auch Berg- u. hüttenm.-Zeitg. von Bornemann u. Kerl. Freiberg 1861. S. 365.

[11]) Cornische Fahrkünste in Berg- und hüttenm.-Zeitg. von Bornemann und Kerl. Freiberg 1860. S. 225.

[12]) The Mechanics' Magazine. September 1868. S. 211.

bietet, die Tritte sind so breit, dass die Mannschaft gleichzeitig ein- und ausfahren kann.

Auch im Mansfeldischen hat man noch zwei Fahrkünste im Betrieb,[13]) während man in Pribram erst in neuester Zeit zwei neue gebaut hat.[14])

In der Einrichtung der Fahrkünste lassen sich unterscheiden:

1. hinsichtlich der eigentlichen Fahrkunst:
   *a.* doppelttrümige,
   *b.* eintrümige,

von denen jene die älteren sind und auch am Harze die ausschliesslichen geblieben sind, während die eintrümigen in Cornwall und in Westfalen grössere Anwendung gefunden haben;

hierzu kommt:

   *c.* eine Verbindung beider Constructionen auf Sars-Longchamps in Belgien, wo man die Fahrkunst für die Ausfahrenden doppelttrümig, für die Einfahrenden aber an denselben Gestängen zwei eintrümige Künste eingerichtet hat.[15])

2. hinsichtlich der Bewegung:
   *a.* mit Krummzapfenbewegung, wie am Harz, in Cornwall, in Westfalen, neuerdings in Pribram,
   *b.* mit direct wirkenden Dampfmaschinen, wie in Belgien, Frankreich, früher auch zu Pribram.

### I. Allgemeines.

Bei den doppelttrümigen Fahrkünsten sind die Bühnen zur Aufnahme der Fahrenden meist um doppelte Hubhöhe von einander entfernt; wenn aber der Hub gross genug ist, um die bequeme Stellung eines Menschen zwischen zwei Bühnen zu gestatten und sie also auf einfache Hubhöhe von einander entfernt anzubringen, so lässt sich gleichzeitig ein- und ausfahren, wobei aber der Fahrende immer eine Bühne des Gestänges, auf dem er sich nicht befindet, an sich vorbeipassiren lassen muss. Wenn wirklich gleichzeitig ein- und ausgefahren wird, dann ist bei ganz besetzter Kunst auf beiden Seiten stets gleiche Belastung vorhanden, was nur vortheilhaft ist.

Bei den eintrümigen Künsten befinden sich bewegliche Tritte an dem Gestänge, feste an den Stössen des Schachtes, beide sind auf Hubhöhe von einander entfernt zu stellen. Wenn zu jeder Seite des Gestänges eine feste Bühne liegt, so kann auch hier gleichzeitig ein- und ausgefahren werden, sofern die Zeit der Hubumsetzung hierzu ausreicht.

---

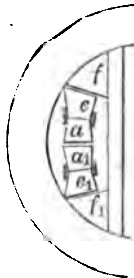
[13]) Erdmenger a. a. O. in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 19. B. Seite 286.

[14]) Novak: Die neuen Fahrkünste in Pribram in v. Rittinger Erfahrungen. Jhrg. 1870. Wien 1871. S. 1. — Glückauf. Essen 1872. No. 35.

[15]) Havrez in Revue universelle des mines t. XIV, auch in Berg- u. hüttenm. Ztg. von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1864. S. 158.

Mannigfach lassen sich in den angegebenen Momenten beide Systeme modificiren, wenn die Bühnen Raum für mehrere Mann bieten, welche aber in gerader Zahl vorhanden sein müssen, da man beispielsweise bei doppelttrümigen Künsten entweder auf gleichen Seiten 2 Mann ein-, beziehungsweise ausfahren lassen kann, oder auf entgegengesetzten Seiten einen Mann ein- und einen ausfahren, welche sich beim Wechsel auf derselben Bühne begegnen; es kommt hierbei wesentlich auf die Maschinenkraft an. Zu solchen Modificationen gehört auch die unter 1. c. erwähnte Combination der doppelttrümigen und eintrümigen Kunst auf der Grube Sars-Longchamps, wo die an Gestängen von Flachschienen befestigten Tritte aa (Fig. 414), welche in doppelter Hubhöhe von einander entfernt sind, zum Ausfahren dienen, während ee die beweglichen Tritte zum Einfahren, ff die dazu gehörigen festen Bühnen sind; der ausfahrende Mann fährt doppelt so schnell, wie der Einfahrende, aber beim Einfahren kommen in derselben Zeit doppelt so viel Mann unten an, weil man es mit 2 Künsten zum Einfahren zu thun hat.

Fig. 414.




Die Anwendung der Bewegung mittelst Krummzapfen beruht auf der Eigenthümlichkeit, dass der Krummzapfen, wenn die Rotation durch schwere Massen, wie das Schwungrad, gleiche Winkelgeschwindigkeit erhält, in vertikaler Richtung bei einer halben Umdrehung in der Geschwindigkeit von 0 bis zu einem Maximum wieder vom Maximum bis 0 gelängt. Nimmt man z. B. bei 3 Meter Hub, also 1,5 Meter Halbmesser des Warzenkreises 10 Stationen, so kommen auf jede Station folgende Wege:

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1. | = | 7 | Centimeter |
| 2. | = | 21 | „ |
| 3. | = | 35 | „ |
| 4. | = | 42 | „ |
| 5. | = | 46 | „ |
| 6. | = | 46 | „ |
| 7. | = | 42 | „ |
| 8. | = | 35 | „ |
| 9. | = | 21 | „ |
| 10. | = | 7 | „ |
| | | 3,02 | Meter |

jede Station braucht, wenn 4 Doppelhübe in der Minute geschehen, $\frac{60}{8.10}$ = 0,75 Sekunden; bei 2 Gestängen ist also die Entfernung der Bühnen $^3/_4$ Sekunden vor Beendigung des Hubes 7 Centimeter, ebenso nach dem Wiederbeginn des Hubes 7 Centimeter, im Ganzen also 14 Centimeter, so dass man die Zeit von 2.0,75 = 1,5 Sekunden zum Uebertreten hat,

welche vollständig ausreicht. Bei einem Gestänge ist innerhalb von 1,5 Sekunden das Maximum der Entfernung sogar nur 7 Centimeter. Die mittlere Geschwindigkeit würde bei doppelttrümigen Künsten $\frac{3}{7,5} = 40$ Centimeter in der Sekunde sein, da auf jeden einfachen Hub, beziehungsweise halben Warzenkreis für 10 Stationen = 10.0,75 = 7,5 Sekunden erforderlich sind.

Bei directer Bewegung der Gestänge hat man Kataraktpausen für den Uebertritt nöthig, welche nur bei Dampfmaschinen anzubringen sind; abgesehen von der stossweise stattfindenden Bewegung und der unter Umständen damit verbundenen Gefahr hat man hier stets Vernichtung der lebendigen Kraft. Nimmt man Kataraktpausen von nur 3 Sekunden, so bleiben für einen Auf- und Niedergang, entsprechend den obigen Zahlen, nur 7,5 — 3 = 4,5 Sekunden übrig, so dass sich die Geschwindigkeit auf $\frac{3}{4,5} = 67$ Centimeter in der Sekunde erhöht.

Hiernach ist die Krummzapfenbewegung der directen vorzuziehen.

### II. Gestänge.

Am Harz hat man die Gestänge verschiedenartig construirt. Im Anfang nahm man beschlagenes Fichtenholz von (7 Zoll) 18 Centimeter Breite und (6 Zoll) 16 Centimeter Stärke, aus zwei (4 Zoll) 10 Centimeter breiten, (6 Zoll) 16 Centimeter starken, mit einander verkämmten Stücken bestehend, die Bekleidung der Wechsel erfolgte durch eiserne Schienen; ein solches Gestänge wurde auf dem Spiegelthaler Hoffnung Richtschacht eingebaut, doch ist es für die Harzer Verhältnisse zu schwer, da (100 Lachter) 200 Meter desselben 80 bis 90 Centner wiegen.

Später wendete man Drahtseile an, welche der ganzen Länge nach von 2 mit den Kernseiten auf einander gekämmten leichteren und unbeschlagenen fichtenen Splintkunststangen, denen die Borke gelassen ist, umfasst sind; in den Hölzern befinden sich Nuten für die Seile, deren bald eins, bald zwei vorhanden sind; z. B. auf dem Schreibfederschacht zwei, wo nebenbei das Gestänge auch zur Wasserhaltung dienen kann, indem man die Tritte und Handgriffe wegnimmt. Diese Construction ist insofern misslich, als sich die Beschaffenheit der ohnehin getheerten Drahtseile nicht beständig untersuchen lässt. Von diesem Gestänge wiegen (100 Lachter) 200 Meter etwa 50 Centner.

Auf dem Samsonschacht, welcher auf (230 Lachter) 480 Meter Tiefe 75 bis 80 Grad fällt und dann noch (150 Lachter) 300 Meter seiger niedergeht, hat man zwei parallele Drahtseile als Gestänge angewendet; dieselben sind (8 Zoll) 21 Centimeter von einander entfernt, haben oben 36 Drähte und von (50 zu 50 Lachter) 100 zu 100 Meter je 4 Drähte weniger. Die Leitung erfolgt durch (3 Lachter) 6 Meter

lange, an den Seilen mittelst Haken befestigte Stangen aus Fichtenholz, welche an Schlepprollen aus Fichtenholz oder Gusseisen gleiten; die schmiedeeisernen Tritte und Griffe sind mit den Seilen durch Umwickeln von Draht verbunden. Oben sind die Seile zwischen die Hölzer, welche zu den Kunstkreuzen führen, eingeklemmt, unten sind sie belastet, um sie steif zu erhalten.

Auf dem Schmidschacht bei Eisleben hat man als Gestänge vier Drahtseile von (1 Zoll) 26 Millimeter Durchmesser aus 5 Litzen zu je 4 Drähten; der Hub beträgt (6 Fuss) 1,883 Meter, die Entfernung der Tritte (12 Fuss) 3,766 Meter, die letztern sind für 1 Mann bestimmt, (21 Zoll) 55 Centimeter lang und breit, und sind zwischen den Seilen befestigt, die schmiedeeisernen Rahmen der Tritte sind an den Seilen eingebogen, diese hier mittelst Schrauben angezogen und dadurch eingepresst; unten im Schachte tragen die Seile ein belastetes Holzgeviere.

Bei allen übrigen ausgeführten Fahrkünsten bestehen die Gestänge entweder aus Holz oder aus Eisen.

Hölzerne Gestänge. In Cornwall macht man die Gestänge nach Moissenet[16]) bei Teufen von (100 bis 150 Lachtern) 200 bis 300 Meter aus nordischem Tannenholz in Stücken von (36 Fuss) 11,25 Meter Länge, (6½ bis 8 Zoll) 17 bis 21 Centimeter im Quadrat stark, mit Bühnen für 1 Mann bei (12 Fuss) 3,766 Meter Hub und gleicher Entfernung der Tritte; an den Wechseln finden sich 4 Verstärkungsschienen von (10 bis 12 Fuss) 3 bis 3,75 Meter Länge, (5 Zoll) 13 Centimeter Breite, (1 Zoll) 26 Millimeter Stärke. Von Warocqué ist ebenfalls nordisches Tannenholz angewendet und die Zusammensetzung ganz wie bei den Pumpengestängen erfolgt; er giebt 3 Meter Hub. Auf der Steinkohlengrube Glückauf bei Dortmund hat man in dem (112½ Lachter) 235 Meter tiefen Schacht oben (18 Lachter) 38 Meter aus Eichenholz, den übrigen Theil aus Nadelholz gefertigt; das Gestänge ist (16 Zoll) 42 Centimeter breit, (8 Zoll) 21 Centimeter stark und besteht aus 2 verkämmten Stangen von (9 zu 8 Zoll) 24 zu 21 Centimeter, indem die Verkämmung (2 Zoll) 52 Millimeter beträgt; das Gestänge ist von oben bis unten mit eisernen Stangen bekleidet; der Hub beträgt bei der eintrümig eingerichteten Kunst (12 Fuss) 3,75 Meter.

Eisernes Gestänge. Runde Eisenstangen finden sich bei der Fahrkunst von Seraing, auf dem Bolzeschacht bei Eisleben, auf der Grube Furth bei Achen, auf der Grube Angleur in Belgien.[17]) Der Querschnitt der Stangen nimmt nach der Tiefe zu ab. Zu Seraing hat man innerhalb von 4 Stangen trapezförmige Bühnen für 2 Mann, (21 Zoll) 55 Centimeter breit, (40 Zoll) 1 Meter im Mittel lang; die Stangenenden sind

[16]) Berg- u. hüttenm. Ztg. von Bornemann u. Kerl. Freiberg 1860. S. 226.
[17]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 8. A. S. 198. — Ponson, a. a. O. Bd. 3. S. 321.

durch Gabelung vereinigt, indem eine Gabel am unteren Ende der oberen Stange den Kopf der folgenden Stange umfasst, die dadurch entstehende Verdickung trägt den mit zwei Querstücken versehenen Rahmen aus Flacheisen für den Tritt. Auf dem Bolzeschacht liegen die Tritte gleichfalls innerhalb 4 Stangen und haben (21 Zoll) 55 Centimeter im Quadrat, die runden Stangen sind mit quadratischen Köpfen versehen, über welche (8 Zoll) 21 Centimeter lange, (1 Zoll) 26 Millimeter starke Muffen gezogen werden, welche zur Verbindung je zweier Stangen und zum Tragen der Tritte dienen; die oberen 8 Stangen, deren jede (24 Fuss) 7,5 Meter lang ist, sind ($1^1/_8$ Zoll) 29 Millimeter stark, die mittleren 7 Stangen (1 Zoll) 26 Millimeter, die unteren 7 Stangen ($^7/_8$ Zoll) 23 Millimeter stark. Auf Angleur liegen die Tritte auf 0,52 Meter breiten, 0,6 Meter langen Rahmen von Winkeleisen zwischen zwei Stangen, welche um 0,6 Meter von einander entfernt, oben 0,04 Meter stark sind und bis 0,025 Meter Stärke abnehmen; die Stangen sind 4 Meter lang und tragen an beiden Enden 0,06 Meter breite, 0,03 Meter dicke Platten, von denen je 2 und mit ihnen der zwischen gelegte Trittrahmen mit einander verschraubt werden.

Winkelschienen sind auf den Gruben Centrum bei Eschweiler und Gewalt bei Steele benutzt, man hat daselbst 2 parallele Winkelschienen, mit den Rippen nach aussen, um die Trittlänge auseinander gelegt; der Länge nach sind sie verbunden durch gezahnte Laschen, gegenseitig auf Centrum durch Querstäbe, auf Gewalt nur durch die Tritte. Auf Gewalt hat man in 3 Abtheilungen von (42 Lachter) 88 Meter dem langen Schenkel eine Länge von ($3^1/_2$ Zoll) 9 Centimeter und eine Stärke von ($^{11}/_{16}$, $^9/_{16}$ und $^7/_{16}$ Zoll) 18, 15 und 11 Millimeter, dem kurzen Schenkel eine Länge von ($1^5/_{12}$, $1^5/_{16}$ und 1 Zoll) 37, 34 und 26 Millimeter und eine Stärke von ($^3/_4$ Zoll) 20 Millimeter, also einen Querschnitt von 666, 510, 286 Quadratmillimeter gegeben, wodurch man 13fache Sicherheit erzielt hat.[18]) Bei der Fahrkunst auf der Grube Zollverein bei Essen hat man 4 Winkelschienen angewendet, welche unter sich durch die Rahmen der Bühnen, ausserdem durch Querstangen verbunden sind.[19])

Flache Eisenstangen sind bei der Form der Bühnen in halber Ellipse zu dreien von Havrez angebracht und zwar 2 in der kurzen, 1 in der langen Achse;[20]) 4 Flacheisen hat man auf der Steinkohlengrube Oberhausen bei Oberhausen;[21]) 2 bei der Kunst von Sars-Longchamps. Zu einem Bündel vereinigt sind 4 flache Eisenstangen bei der alten Fahrkunst zu Przibram.

Wo keine fressenden Wasser vorhanden sind, dürfte Eisen den Vorzug verdienen, zumal es hier nur absolute Festigkeit zu leisten hat. Aus

[18]) Lottner, die Fahrkunst auf der Grube Gewalt in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 1. B. S. 131.
[19]) Ebenda. Bd. 8. A. S. 198.
[20]) Berg- u. hüttenm.-Ztg. von Bornemann u. Kerl. Freiberg 1861. S. 190.
[21]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 9. A. S. 190.

einander gerückte Stangen sind am zweckmässigsten und bei grösseren Bühnen empfehlen sich jedenfalls die an den Ecken der Bühnen angebrachten Winkelschienen mehr, als Rund- und Flachstäbe.

### III. Hubhöhe, Tritte und Bühnen.

Am Harz hat man den älteren Künsten (4) 1,25, den neueren ($5\frac{1}{2}$ Fuss) 1,75 Meter Hub gegeben; die Gestänge der zweitrümigen Künste sind so weit auseinander gerückt, dass die Ränder der gegenüber liegenden Tritte (28 Zoll) 73 Centimeter von einander entfernt stehen, um dazwischen eine Fahrt anzubringen, welche im Nothfall benutzt werden kann; dabei sind die Tritte klein. Dieselben haben 26 Centimeter Breite und 31 Centimeter Länge. Man hat dadurch für die Fahrenden eine Verbesserung und Erleichterung hergestellt, dass man die Tritte, welche früher unmittelbar am Gestänge befestigt waren, angemessen, etwa 10 bis 13 Centimeter, vom Gestänge abrückt.[22])

Als Minimum für die Dimensionen der Tritte lässt sich die Breite von (10) 26, die Länge von (12 Zoll) 31 Centimeter betrachten, während (18 und 20 Zoll) 47 und 52 Centimeter für einen Mann sehr ausreichende Dimensionen sind.

Die Cornischen Künste haben (12 Fuss) 3,75 Meter Hub, die Tritte bei den doppelttrümigen Künsten von Tresavean (15 Zoll) 39 Centimeter im Quadrat mit (7 Zoll) 18 Centimeter Entfernung von einander, von United Mines (15 und 18 Zoll) 39 und 47 Centimeter mit (6 Zoll) 16 Centimeter Spielraum. Bei eintrümigen Künsten sind zu jeder Seite des Gestänges feste Trittbühnen in der Entfernung des Hubes angebracht.

Die Fahrkunst auf Grube Centrum bei Eschweiler hat (7 Fuss) 2,197 Meter Hub, Tritte von (11 zu 16 Zoll) 29 zu 42 Centimeter, welche (4 Zoll) 10 Centimeter-Spielraum gegen die Trittbühnen haben.

Auf der Grube Gewalt bei Steele hat man der Fahrkunst (10 Fuss) 3 Meter Hub gegeben, den Tritten eine Länge von (25 Zoll) 65 Centimeter, eine Breite von ($21\frac{1}{2}$ Zoll) 56 Centimeter und nur einen Zwischenraum von (1 Zoll) 26 Millimeter, wodurch das Uebertreten der Fahrenden von einer Bühne zur anderen sehr erleichtert wird; da es dabei aber sehr leicht vorkommen kann, dass der Ausfahrende mit irgend einem Körpertheile an den Tritt des nach Unten gehenden Gestänges anstossen kann, hat man den vorderen Theil der Tritte mit nach Oben aufklappenden Charnieren befestigt, so dass bei einer Berührung der Fahrende sich nicht verletzen kann.

Warocqué hat seinen Fahrkünsten 3 Meter Hub gegeben; dieselben zeichnen sich durch sehr grosse Bühnen, welche 2 ausfahrende und 2 einfahrende Männer aufnehmen, aus, dieselben sind zur Sicherheit der Fahrenden mit einem Geländer umgeben. Diese Geländer sind unter den

[22]) Hauchecorne ebenda. Bd. 17. B. S. 88.

gegebenen Verhältnissen zwar zweckmässig, lassen sich aber zu Gunsten der Anlagekosten und der zu bewegenden Last vermeiden, wenn der Schacht gehörig ausgekleidet und der Spielraum zwischen den Tritten und zwischen diesen und den Stössen auf ein Minimum reducirt wird.

Die eintrümigen Künste auf Zollverein und Oberhausen haben (2 Lachter) 4 Meter Hub; auf Zollverein sind die (45 Zoll) 1,177 Meter langen, (22½ Zoll) 59 Centimeter breiten Tritte durch einen mittleren Steg getheilt, von dessen Seite je ein Einfahrender und ein Ausfahrender auftritt, die festen Bühnen haben bei gleicher Länge (41 Zoll) 1 Meter Breite, der Spielraum beträgt (1½ Zoll) 39 Millimeter. Auf Oberhausen haben auf dem (22 Zoll) 58 Centimeter breiten, (67 Zoll) 1,75 Meter langen, in der Mitte gleichfalls durch einen Steg getheilten Tritt vier Mann Platz, die feste Bühne, welche gegen den Tritt (4 Zoll) 10 Centimeter Spielraum hat, ist (4 Fuss) 1,25 Meter breit. Ganz wie auf Oberhausen ist die Kunst auf der Grube Glückauf bei Dortmund construirt.

Das Material für die Bühnen und Tritte ist in der Regel Eichenholz, von (1½ bis 2 Zoll) 39 bis 52 Millimeter Dicke, Warocqué wendet geriefeltes Eisenblech an. Die Tritte werden auf dreieckigen Trägern oder auf viereckigen Rahmen, bei Warocqué auf einem Balkenkreuz, bei Havrez auf hufeisenförmig gebogenen Winkeleisen, welches innerhalb der drei Flachschienen liegt, befestigt.

Zur Sicherung der Fahrenden hat man bei geringem Spielraum der Tritte, wie schon erwähnt, denselben aufklappende Theile gegeben, welche durch Charniere von Rothkupfer oder, wie bei Havrez, von Leder hergestellt sind. Bei grösserem Spielraum, wie auf Zollverein, Glückauf, Oberhausen, hat man von den Kanten der beweglichen Tritte sowohl, wie der festen Bühnen aus in 70 Grad geneigte Bretter angebracht, so dass eine plötzliche Berührung des Fahrenden durch die Tritte und Bühnen nicht stattfinden kann.

Ueber jedem Tritt befindet sich in Brusthöhe des Fahrenden ein Handgriff, an welchen man sich beim Uebertreten festhält.

### IV. Andere Einrichtungen im Schachte.

Die Stellung der Fahrkunst im Schachte muss so gewählt werden, dass ein möglichst geringer Spielraum zwischen den Tritten und Schachtstössen übrig bleibt, ausserdem aber auch eine Fahrt angebracht werden kann, welche nothwendig ist, um Behufs Vornahme von Reparaturen in den Schacht zu gelangen, und um den Fahrenden in jedem Falle die Möglichkeit zu geben, die Fahrkunst verlassen zu können.

Im Allgemeinen ist die Stellung des Fahrenden so, dass er mit dem Gesicht dem Gestänge zugekehrt ist; abweichend hiervon steht der Fahrende auf der Grube Gewalt zwischen den beiden Gestängen und hat

dieselben also seitwärts, was von der Stellung der bewegenden Maschine und anderen Bedingungen abhängig war.

Die Sicherung des Fahrenden gegen die Berührung durch die Tritte ist bereits erwähnt, gegen das Unterfassen unter die Schachtzimmerung wird er bei Warocqué durch das Geländer gesichert; Havrez brachte anfänglich zu diesem Zweck einen 1,5 Meter hohen Mantel von verzinktem Eisenblech an, weil derselbe aber zu viel Lärm brachte, ersetzte er ihn später durch einzelne Korbreifen. Im Allgemeinen genügt es, den Schacht sorgsam mit Brettern auszukleiden, so dass ein Unterfassen überhaupt unmöglich gemacht wird.

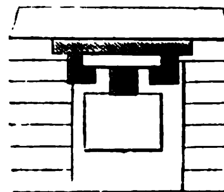
Um dem Fahrenden jeder Zeit Gelegenheit zu geben, sich mit dem Maschinenwärter über Tage zu verständigen, sind Signale erforderlich, welche beliebig construirt sein können, aber immer an dem Gestänge unmittelbar angebracht sein müssen, damit sie dem Fahrenden schnell zur Hand sind.

Leitungen für das Gestänge sind in tonnlägigen Schächten unentbehrlich, aber auch in seigeren Schächten anzubringen, besonders dann, wenn die Kunst so construirt ist, dass die Bühnen seitwärts vom Gestänge vorstehen. Dabei hat man zu unterscheiden, ob die Bühnen auf Doppelhub von einander entfernt sind oder nur auf einfachen Hub; im ersteren Falle lässt sich für Anbringung der Leitung der Raum benutzen,

Fig. 415.



Fig. 416.



der von keiner Bühne durchlaufen wird, im anderen muss man die Führungen an die Hinter-, beziehungsweise Aussenseite des Gestänges legen, was auch immer bei tonnlägigen Schächten geschehen muss und im ersteren Falle gleichfalls geschehen kann.

Für den ersten Fall giebt die Kunst auf der Grube Gewalt ein Beispiel, wo das eine Gestänge hart an der Zimmerung, das andere davon entfernt spielt.

Havrez nimmt bei seiner Kunst mit Gestänge von Flacheisen und hufeisenförmigen Bühnen, welche bei 3 Meter Hub eben so weit von einander entfernt liegen, Stücke wie in Fig. 415, welche die vordere Flachschiene umgreifen und an der Schachtzimmerung befestigt sind; an diesen Stellen sind an den Bühnen Schleissschienen angebracht und durch Schrauben mit versenkten Köpfen befestigt; solche Führungen sind in Entfernungen von 12 bis 15 Meter vorhanden.

Bei den Künsten in Cornwall hat man entweder hinten ein Querstück, welches in langen nutenförmigen Leitungen geht, Fig. 416, oder lange Schleppschienen in kurzen Nuten gehend, Fig. 417 und 418, wo das Gestänge selbst noch mit schwachen Schleppschienen belegt ist.

Fig. 417.

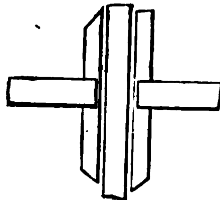
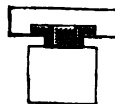


Fig. 418.



Bei der Kunst auf der Grube Glückauf hat man gusseiserne Rinnen, worin sich Schlitten, die am Gestänge befestigt sind, bewegen; die Rinnen sind (12 Fuss) 3,75 Meter lang und liegen von (6 zu 6 Lachter) 12 zu 12 Meter.

Die Ausgleichung der Gewichte erfolgt bei doppelten Künsten am Harz theils durch Gleichgewichtsbalanciers, theils durch Sicherheitsrollen zwischen den beiden Gestängen, wodurch die Führung an dieser Stelle unterbrochen wird, so dass es besser ist, je eine Sicherheitsrolle zur Seite zu legen. Weil hierbei die Lager für die Rollen oft nicht gut anzubringen sind, giebt Havrez beiden Rollen eine gemeinschaftliche Welle und lässt diese durch das Schachttrum hindurchgehen, wodurch an dieser Stelle die Bühnen etwas weiter aus einander stehen.

Um die Ketten, welche Querarme des Gestänges ergreifen, immer gleichmässig gespannt zu halten, hat man zu Przibram zwischen die Stange, wo das Ende der Kette liegt, das Querhaupt und die haltende Mutter eine Spiralfeder angebracht, welche die Spannung der Kette bewirkt. Havrez benutzte zu ähnlichem Zweck eine Spiralfeder, welche auf die Rollenlager wirkt, was aber schlechter, als die Einrichtung zu Przibram, erscheint; übrigens dienen bei ihm die Kettenscheiben auch noch zur Gestängeleitung durch ihre vorspringenden Ränder.

Nach Moissenet hat bei der Kunst auf United Mines jedes Gestänge ausserhalb eine Zahnstange, welche (24 Zoll) 63 Centimeter von einander stehen und ein Zahnrad zwischen sich nehmen, welches mittelst (16 Fuss) 5 Meter langen Stangen an einem kleinen Balancier mit Hebelsarmen von (2 und 8 Fuss) 0,625 und 2,5 Meter hängen, deren langer Arm mit etwa 80 Centner belastet ist.

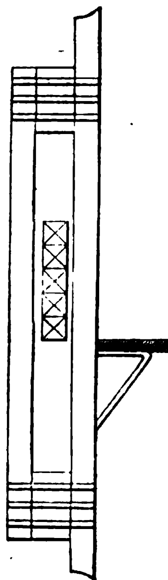
Bei eintrümigen Künsten muss man Contrebalancen anbringen, entweder Ketten über Rollen mit Gewichtskasten, wie z. B. zu Oberhausen,[23]) oder Balanciers. Eine Contrebalance über Tage ist zur Sicherheit nicht ausreichend, höchstens zur Regulirung der Bewegung, auch bringt man

[23]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 9. A. S. 190.

in Cornwall immer deren mehre an, auch bei der ($112\frac{1}{2}$ Lachter) 235 Meter langen Kunst der Grube Glückauf hat man einschliesslich der über Tage drei, bei der (115 Lachter) 240 Meter langen Kunst der Grube Oberhausen hat man ausser der Belastung des Balanciers über Tage bei (86 Lachter) 180 Meter Tiefe ein Gegengewicht. Die Kunst auf der Grube Zollverein hat nur über Tage eine Balance; es sind 55 Bühnen zu je 2 Mann, also für 110 Mann vorhanden, das eigene Gewicht der Kunst mit dem von 55 Mann ist abgewogen, wobei man 3 Perioden zu unterscheiden hat: 110 Mann fahren ein, davon wirken 55 als Last, die Kunst geht leer zurück; es fahren 55 Mann ein, 55 aus, wobei man das günstigste Belastungsverhältniss erreicht; es fahren 110 Mann aus, wovon 55 durch die Maschine gehoben werden müssen; die grösste zu hebende, wie die grösste zu bremsende Last ist also 55 Mann.

Fahrten sind aus den schon erwähnten Gründen bei jeder Fahrkunst anzubringen. Auf den Schächten Schmid und Bolze bei Eisleben hat man eine vollständige Sprossenfahrt zwischen zwei der Seile oder Stangen gestellt; zu Dolcoath hat man die Sprossen am Gestänge selbst angebracht, um bequem zu diesem gelangen zu können. Seitwärts hat man die Fahrten besonders bei eintrümigen Künsten mit festen Tritten; zwischen den beiden Gestängen findet man sie am Harz.

Fig. 419.



Um bei etwaigen Brüchen Unglücksfälle zu verhüten, hat man, wie bei Pumpengestängen, Fanglager angebracht, wobei ähnliche Erwägungen gelten, wie bei den Leitungen; solche Fanglager bestehen aus über einander gelegten Balken, auf welche die am Gestänge angebrachten Fangböcke aufschlagen, wie z. B. bei der Kunst der Grube Fowey Consols, Fig. 419.

Die Verbindung der Gestänge mit der Maschine geschieht bei Holzgestängen, wie bei Pumpengestängen. Bei den Harzer Gestängen aus 2 parallelen Drahtseilen werden diese zwischen Holzstücken durch Schraubenbolzen festgeklemmt, die Bekleidungsschienen vermitteln die Verbindung. Die beiden Winkelschienen des Gestänges auf der Grube Gewalt sind oben durch eine kurze Welle verbunden, indem die Winkelschienen oben sich zu Augen erweitern, in welche die Welle eingreift; an der Welle befinden sich zwei Schienen, welche zu den Kunstkreuzen führen, so dass zugleich eine Art von Gelenk entsteht. Wenn das Gestänge aus 3 und 4 Stangen besteht, giebt man am besten oben ein Stück mit 3, beziehungsweise 4 Armen, in dessen Mitte die Zugstange eingreift, und an deren Enden die Stangen mittelst Mutterschrauben gehalten werden.

Auf- und Abtreten der Arbeiter. Bei der doppelten Kunst mit

doppelter Hubentfernung der Tritte erreicht nur das eine Gestänge mit seiner aufwärts gehenden Trittbühne die Hängebank, beziehungsweise die Stelle zum Auf- und Abtreten, während das andere von einem festen Tritt umgeben ist, auf diesem steht der Fahrende und tritt auf das andere Gestänge über, wenn dessen oberste Bühne hinaufkommt, auf dieser wird der Fahrende in den Schacht gesenkt und trifft nach Vollendung des Hubes die erste bewegliche Bühne des ersten Gestänges, auf die er übertritt, beim nächsten Hube geht er von hier auf die zweite Bühne des zweiten Gestänges u. s. f. Aehnlich ist die Einrichtung für die Ausfahrenden.

Bei der doppelten Kunst mit einfacher Hubentfernung der Tritte, welche gleichzeitig zum Ein- und Ausfahren benutzt wird, sind zwei Niveaus zum Auf- und Abtreten erforderlich, den Tritten mit ungerader und gerader Ziffer entsprechend; nur das eine Niveau kann wie beim vorhergehenden Fall eingerichtet sein, das andere muss man seitwärts betreten und verlassen, weil hier eine bewegliche Bühne collidirt.

Bei der einfachen Kunst ist das Auf- und Abtreten von selbst gegeben, indem der Fahrende auf die oberste feste Bühne tritt und von hier aus auf die erste bewegliche Bühne des Gestänges überschreitet.

## V. Maschinelle Vorrichtungen.

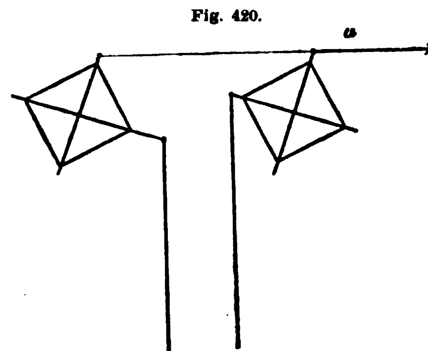
### *a.* Bei Krummzapfen-Bewegung.

#### 1. Doppelte Fahrkunst.

Wenn der Motor ein Wasserrad ist, so kann dasselbe stehen:

*aa.* in der Richtung des beide Tritte trennenden Raumes, in welchem Falle mittelst der um 180 Grad verwendeten Krummzapfen jederseits ein halbes Kreuz bewegt wird;

Fig. 420.




*bb.* in der Richtung der Verbindungslinie beider Gestänge, dann erfolgt am Harz die Bewegung mittelst eines ganzen und eines halben Kreuzes oder auch wohl zweier ganzen Kreuze, an deren zugewendeten Armen die Gestänge hängen, wie in Fig. 420, wo a die Zugstange ist.

Bei langen und schweren Künsten genügt zur Ausgleichung der Winkelgeschwindigkeit das Wasserrad allein nicht, man muss dann noch ein Schwungrad anbringen, so z. B. bei der Fahrkunst auf Grube Furth bei Achen,[24]) auf der Grube Fowey Consols,[25]) wo das Schwungrad 280 Centner wiegt und dreimal so schnell läuft, wie das Wasserrad.

Wenn der Motor eine Dampfmaschine ist, so treten ähnliche Beziehungen ein. Die Kolbenstange setzt für grössere Hübe mittelst Vor-

Fig. 421.

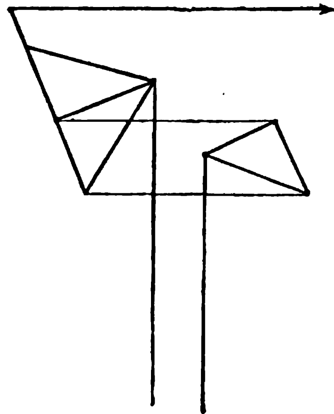


Fig. 422.

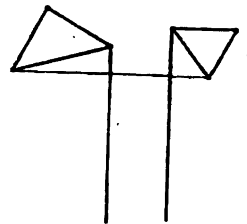
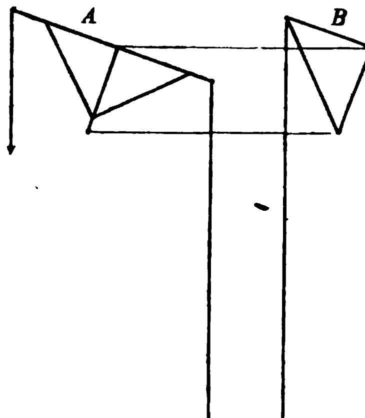


Fig. 423.




gelege ein Zahnrad in Bewegung, welches als Kurbelscheibe dient, und von diesem aus führt eine Bläuelstange zu den Kreuzen.

Bei horizontaler Lage der Bläuelstange erhält man Einrichtungen, wie in Fig. 421 auf Schacht Schmid oder wie in Fig. 422 auf Schacht

[24]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 8. A. S. 198.

[25]) Moissenet, cornische Fahrkünste in Berg- u. hüttenm. Ztg. von Bornemann u. Kerl. Freiberg 1860. S. 226.

Bolze bei Eisleben, bei vertikaler Lage derselben wie in Fig. 423 auf Grube Gewalt bei Steele; besonders im letzteren Falle muss man, da die beiden Hälften des Kreuzes A sich ziemlich ausgleichen, noch das Gewicht des Kreuzes B abbalanciren, weil sonst die Kunst rascher geht, wenn B sinkt; es ist dann am besten, wie es auf Gewalt geschehen ist, Gegengewichtsplatten in den Sectoren des Zahnrades anzubringen, welche der Warze diametral gegenüber liegen.

Wegen der Schwierigkeit der Verlagerung nicht ausgeführt ist der Vorschlag vom Baurath Dieck, durch eine Welle mit zwei Vorgelegen zwei Zahnräder mit um 180 Grad verstellten Warzen bewegen zu lassen; diesen Vorschlag wiederholt Kamp und hat ihn im Modell ausgeführt, wobei er stehende Dampfmaschinen anwenden will.

### 2. Einfache Fahrkunst.

Bei einfachen Fahrkünsten und Anwendung von Dampfmaschinen als Motor geht das Kreuz in einen Balancier über, wie auf den Gruben Zollverein, Oberhausen, nur bei grosser Entfernung der Maschine behält man das Kreuz bei, wie auf den Gruben in Cornwall, wo der vertikale Arm des Kreuzes hin- und hergezogen wird. Den vom Gestänge abgewendeten Arm des Kreuzes oder Balanciers belastet man mit Gegengewichten. Auf Zollverein hat der Balancier das Armverhältniss von 3 : 4, am längeren Arm hängt die Kunst.

Da in allen diesen Fällen die Endpunkte der Kreuze oder Balanciers Bogen beschreiben, so muss man geeignete Vorkehrungen treffen, die geradlinige Richtung der Gestänge zu erhalten. Das kann geschehen entweder durch Bogenstücke mit aufgelegten Laschenketten, an denen die Gestänge hängen, wie auf den Schächten Schmid und Bolze, oder durch lange Verbindungsstangen, welche allein oscilliren, während die Gestänge in Schlitten gleiten, wie auf der Grube Gewalt, oder am besten ohne Zweifel durch Aufhängen mittelst Parallelogramm.

Den Kreuzen und Balanciers giebt man Fanghörner, um bei einem etwaigen Bruch in demselben die Gestänge aufzufangen.

Nothwendig ist es, eine Bremsvorrichtung an den Motoren anzubringen mit Rücksicht auf die Veränderlichkeit der Last, insbesondere beim Einfahren, wo das eigene Gewicht der Mannschaft, insofern nicht gleichzeitig ausgefahren wird, sehr bald zur Ueberwindung der Bewegungshindernisse genügt und die motorische Kraft ganz abgestellt werden kann. Schraubenbremsen sind hierzu am besten, die man an die Triebwelle legen kann, während man ausserdem für plötzliche Unfälle noch eine mit dem Fuss auszulösende Backenbremse am Schwungrade oder am Umfange des Wasserrades anbringt. Ausserdem hat man bei den Dampfmaschinen als Mittel zur Regulirung die Stellung des Dampfzulassungsventils, sowie das Steuern mit der Hand. Selbstthätig darf die Maschine nur beim Aus-

fahren steuern, indem die Regulirung durch ein konisches Pendel erfolgt, aber auch hier darf der Wärter sich niemals von seinem Platze entfernen.

Ob man eine besondere Maschine zum Betriebe der Fahrkunst anwendet, oder zeitweilig dazu die Fördermaschine benutzt, ist an locale Umstände gebunden; bei grösseren Gruben ist indess wohl immer das Erstere vorzuziehen. Dagegen werden besondere Dampfkessel wohl selten erforderlieh sein, da während der Benutzung der Fahrkunstmaschine in den meisten Fällen die Förderung ruht.

### *b.* Bei directer Bewegung.

Bei directer Uebertragung der Bewegung von dem Motor auf das Gestänge werden nur Dampfmaschinen angewendet. Für doppelte Fahrkünste ist hierbei insbesondere nöthig, Vorsorge zu treffen, dass die beiden Gestänge ihre alternative Bewegung vollständig übereinstimmend zurücklegen, was bei Krummzapfenbewegung von selbst geschieht, und dass gehörige Bremsvorrichtungen angebracht werden. Es haben sich dabei folgende verschiedene Systeme ausgebildet.

1. Beim System von Warocqué bedient man sich einer doppeltwirkenden Hochdruckmaschine mit Cataraktsteuerung, die man aber wegen des oft unregelmässigen Aushebens stets mit der Hand steuern muss, wie auch bei allen anderen Systemen. Die Uebertragung und Regulirung der Bewegung erfolgt durch den s. g. hydraulischen Balancier, welcher aus 2 oben offenen, unten verbundenen Cylindern besteht, in denen sich Kolben, deren Stangen unten durch Stopfbüchsen gehen, bewegen, in den Cylindern befindet sich Wasser, welches durch eine kleine Druckpumpe ersetzt wird, wenn ein Theil fallen gelassen wird; oben sind die Cylinder durch einen Trog verbunden, der gleichfalls mit Wasser gefüllt ist, damit auch oben die Kolben stets vom Wasser bedeckt bleiben. Der hydraulische Balancier wird durch die Maschine direct in Bewegung gesetzt, indem der eine Kolben unmittelbar mit dem Dampfkolben in Verbindung steht; an den Kolbenstangen sind die Gestänge der Fahrkunst angeschlossen. Als Bremsvorrichtung soll eine Art Drosselklappe in dem unteren Verbindungsrohr dienen, obwohl dieselbe nach Ponson bei der Fahrkunst zu Mariemont nicht zur Anwendung gelangt sein soll. Die Einrichtung hat das Schwierige, dass die Füllung des hydraulischen Balanciers nicht genau stimmend erhalten werden kann.

2. Das System zu Seraing ist wesentlich nach Andeutungen von Combes ausgeführt und auch, mit wenigen Abänderungen, zu Przibram bei der älteren Fahrkunst benutzt. Die Maschine besitzt 2 einfach wirkende Hochdruckcylinder, deren Kolbenstangen oben durch eine Laschenkette verbunden sind, welche über 2 schräg gestellte kleinere Rollen und halb um eine grosse Kettenscheibe führt; die letztere trägt auch eine Bremse. Ausserdem ist ein Wasserregulator, fälschlich comprimeur ge-

nannt, vorhanden; dies ist ein Cylinder ähnlich dem Dampfcylinder, welcher unter einem der Dampfcylinder über dem Gestänge steht, dessen oberste Bühne nicht zu Tage kommt, er enthält einen Kolben und ist mit Wasser gefüllt, welches über und unter dem Kolben communiciren kann, indem vom obern zum unteren Ende des Cylinders ein mit einem Absperrhahn versehenes Rohr führt. Die Kolbenstangen der Dampfcylinder gehen durch den Fuss derselben, beziehungsweise den Regulator hindurch und sind an dem unteren Ende mit dem Gestänge verbunden.

Zu Przibram besteht der Regulator aus 2 Cylindern neben dem einen Dampfcylinder, ein gemeinschaftliches Querhaupt verbindet oben die 3 Kolbenstangen; ein aufrecht stehendes Rohr gabelt sich nach dem oberen und unteren Ende der beiden Wassercylinder und hat in der Mitte einen Hahn. Die Einrichtung ist zwar complicirter, als zu Seraing, vermeidet aber jede Biegung der Dampfkolbenstange.

3. System vom Schacht du Pré der Grube Gourd Marin bei Rive de Gier.[26]) Es sind 2 einfach wirkende Dampfcylinder vorhanden mit einem hydraulischen Balancier darunter; zwischen den Pumpenstiefeln des Balanciers befindet sich eine Welle, welche 2 Kettenscheiben trägt, über welche Ketten zu den Gestängen gehen. Jedes Gestänge besteht aus 4 runden Stäben, die oben zusammengezogen und am Kreuzkopf der Kolbenstange befestigt sind.

4. Bei dem System von Havrez sind 2 einfach wirkende Dampfcylinder vorhanden, an denen als Steuerung ein Wilson'scher Drehschieber angebracht ist. Die Verkuppelung der Gestänge mit den Kolbenstangen erfolgt durch lange Zahnstangen, welche zwischen der Kolbenstange und dem dreiarmigen Träger des aus 3 Flachschienen bestehenden Gestänges eingeschaltet und an den äusseren Seiten durch Frictionsrollen geführt sind; die Zähne sind halb in die Wangen eingelassen, eben so die Zähne des zwischen beiden Zahnstangen liegenden Getriebes halb in die Kränze; das Getriebe besteht aus schmiedeeisernem Zahnkranz, welcher auf der gusseisernen Radscheibe aufgezogen ist. Dasselbe setzt mittelst Warze und Lenkstange den Kolben eines Regulators (comprimeur) in Thätigkeit, welcher indess selten benutzt wird, weil zur Regulirung schon die gewöhnliche Steuerung ausreicht. Zahnstange und Getriebe sind schwierig herzustellen, bedürfen des besten Materials und dennoch treten bedeutende Vibrationen ein. Neuerdings nimmt Havrez zur Führung der Zahnstange, statt Rollen, Gleitschienen (glissières) aus massivem Eisen mit einem Falz für die Zahnstange in der Mitte; eine solche Einrichtung soll sich indess in Przibram sehr schlecht bewährt haben, so dass das ganze System, da es vorzüglichster Ausführung bedarf, um gut zu arbeiten, nicht empfohlen werden kann.

---

[26]) Berg- u. hüttenm.-Ztg. v. Bornemann u. Kerl. Freiberg 1861. S. 240.

**VI. Effectberechnung und Leistungen.**

Wenn L die Tiefe des Schachtes, beziehungsweise die Länge der Fahrkunst ist, a die Höhe des Hubes, so ist im Allgemeinen die Zahl der nothwendigen Bühnen

$$N = \frac{L}{a}$$

sowohl bei einfach-, wie bei doppeltwirkenden Fahrkünsten, wenn bei letzteren gleichzeitig aus- und eingefahren wird. Wenn e die Zahl der Spiele (Doppelhub) in der Minute bei doppelt wirkender, $e_1$ bei einfach wirkender Kunst ist, so kommt bei der ersten Kunst der zuerst auftretende Arbeiter, welcher nur $\frac{N}{2}$ Bühnen zu passiren hat, zum Tiefsten in

$$\frac{\frac{N}{2}}{e} \text{ Minuten}$$

bei jedem Spiel tritt ein neuer Arbeiter auf, n Arbeiter gebrauchen also $\frac{n}{e}$ Minuten und die ganze Zeit, welche zum Niederbringen sämmtlicher Leute nöthig ist, beträgt in Minuten

$$t = \frac{\frac{N}{2} + n}{e}$$

wogegen bei der einfach wirkenden Kunst

$$t_1 = \frac{N + n}{e_1}$$

Wenn $t = t_1$ wird, so hat man

$$e_1 = 2e . \frac{N + n}{N + 2n}$$

d. h. $e_1$ ist stets kleiner als 2e und zwar bei gleicher Tiefe des Schachts um so kleiner, je grösser n.

Bei der doppelten Kunst sind $\frac{N}{2}$ Bühnen besetzt, bei der einfachen N Bühnen, jene macht in der Minute 2e, diese $e_1$ Excursionen, so dass die mechanische Arbeit sich für die doppelttrümige Kunst berechnet zu

$$Pu = \frac{N}{2} 2 . e . a . 140 \text{ Pfund}$$

für die eintrümige

$$P_1 u = N . e_1 . a . 140 \text{ Pfund}$$

die Stärke der Maschine muss in der Weise gewählt werden, dass ihr Wirkungsgrad 0,45 bis 0,50 des mechanischen Effects beträgt.

Die Geschwindigkeit nimmt man etwa (120 Fuss) 37,5 Meter in der Minute d. h. 5 Doppelhübe zu je (12 Fuss) 3,75 Meter, die Fahrkunst auf der Grube Zollverein macht 5 bis 6 Doppelhübe zu je ($13^1/_3$ Fuss) 4 Meter, also ($133^1/_3$ bis 160 Fuss) 40 bis 48 Meter in der Minute, die Fahrkunst von Havrez macht 10 Doppelhübe zu je 3 Meter.

Wird die Zahl von 5 Doppelhüben in der Minute zu Grunde gelegt und die Hubhöhe zu (10 Fuss) 3 Meter angenommen, so legt der Einfahrende mit jedem Doppelhube 2.10 = (20 Fuss oder 3 Ltr.) 6 Meter, in der Minute also (15 Ltr.) 30 Meter zurück und gelangt also bei einer Tiefe des Schachtes von (120 Lachter) 240 Meter in $\frac{240}{30} = 8$ Min. zum Tiefsten; mit jedem Hube folgt ein anderer Arbeiter, also in einer Minute 5 Mann, um daher eine Belegschaft von 500 Mann einzufördern, sind $8 + \frac{499}{5} = 107{,}5$ Minuten oder 1 Stunde $47^1/_2$ Minute erforderlich, so wie dieselbe Zeit zum Ausfahren.

Rechnet man für das Einfahren auf der gewöhnlichen Fahrt in einer Tiefe von (120 Lachtern) 240 Meter 30 Minuten, für das Ausfahren 1 Stunde und nimmt (3 Lachter) 6 Meter lange Fahrten an, auf denen sich immer 3 Mann zu gleicher Zeit befinden, so brauchen die zweiten 3 Mann $\frac{30}{\frac{240}{6}} = \frac{30}{40} = \frac{3}{4}$ Minuten mehr, weil sie vor dem Auftreten so lange warten müssen, bis die ersten 3 Mann die erste Fahrt verlassen haben; die ganze für 500 Mann erforderliche Zeit wird daher sein

$$30 + \left(\frac{500}{3} - 1\right) . \frac{3}{4} = 154^1/_4 \text{ Minuten oder 2 Stunden } 34^1/_4 \text{ Minuten,}$$

während dieselbe Belegschaft zum Ausfahren $60 + \left(\frac{500}{3} - 1\right) . \frac{60}{40} = 308^1/_2$ Minuten oder 5 Stunden $8^1/_2$ Minuten gebraucht.

Aus der Vergleichung der Zahlen ergiebt sich, wie erheblich die Zeitersparniss beim Ein- und Ausfahren der Belegschaft bei so tiefen Schächten auf der Fahrkunst im Vergleich zur Benutzung der Fahrten ist, und wie gross der Vortheil ist, wenn man die Schichtzeit der Arbeiter durch einen geringeren Zeitaufwand bei Zurücklegung des Weges zur Arbeit wesentlich verlängern kann; ausserdem aber wird die Arbeitsleistung noch beträchtlich dadurch beim Benutzen der Fahrkunst erhöht, dass die Kräfte der Fahrenden nur in geringem Masse in Anspruch ge-

nommen werden, während dieselben beim Ein- und Ausfahren auf der Fahrt stark angegriffen und dem Arbeitseffect entzogen werden.

Dennoch ist die Benutzung der Fahrkünste nur eine beschränkte geblieben, weil nicht nur die Anlagekosten der Fahrkunst und der Kraftmaschine sehr bedeutende sind, sondern auch ein besonderes Trum im Schachte zu deren Anlage erforderlich wird.

## C. Fahrung am Seil.[27])

Wegen der grossen Kostspieligkeit der Fahrkünste geht man mehr und mehr auch bei uns zu dem auf den englischen Steinkohlengruben ganz allgemein üblichen Fahren auf dem Seil über, d. h. dem Ein- und Ausfördern der Belegschaft mittelst der gewöhnlichen Fördermaschine auf der Förderschale; man erreicht dadurch den doppelten Zweck, dass die Arbeiter ohne jegliche körperliche Anstrengung die Schachtfahrt zurücklegen und dazu eine viel geringere Zeit gebrauchen, als beim Benutzen der Fahrten.

Auf den englischen Gruben werden Geschwindigkeiten von (10 bis $22\frac{1}{2}$ Fuss) 3 bis 7 Meter in der Sekunde angewendet, nimmt man im Durchschnitt (15 Fuss) 4,5 Meter an, so wird die Tiefe von (120 Lachtern) 240 Metern in $53\frac{1}{3}$ Sekunden zurückgelegt. Es treten jedes Mal 4 bis 6 Mann auf die Förderschale, nimmt man nur 4 Mann an und setzt voraus, dass zweitrümig gefördert wird, dass also, während die leere Schale zu Tage gehoben wird, die andere mit 4 Mann besetzt niedergeht, gestattet endlich zum Auf- und Absteigen 1 Minute Zeit, so bedarf es zum Einlassen von 500 Mann einer Zeit von $(53\frac{1}{3} + 60) . \frac{500}{4} = 14166\frac{2}{3}$ Sekunden oder 3 Stunden 56 Minuten $6\frac{2}{3}$ Sekunden; wenn 6 Mann jedes Mal auf die Schale treten, so sind erforderlich $(53\frac{1}{3} + 60) . \frac{500}{6} = 9444\frac{4}{9}$ Sekunden oder 2 Stunden 37 Minuten $24\frac{4}{9}$ Sekunden. Zum Ausfahren ist dieselbe Zeit nöthig, da die eine Schale beim Aufgange mit einer gleichen Zahl Arbeiter, wie die niedergehende Schale, gleichzeitig besetzt werden kann. Mögen 4 oder 6 Mann auf einer Schale stehen, in beiden Fällen wird also eine längere Zeit zum Ein- beziehungsweise Ausfahren nöthig, als bei der Fahrkunst, und es kommt ferner dazu, dass während des Förderns der Belegschaft die Förderung der Kohlen ruhen muss, wenn, wie gewöhnlich, die Fördermaschine zur Seilfahrt benutzt wird; dagegen hat die Seilfahrt den Vortheil, dass die Belegschaft gar keine körperliche Anstrengung auf die Fahrt zu verwenden hat, und dass die Einrichtungen ohne nennenswerthe Kosten getroffen werden können.

---

[27]) Dittges a. a. O. im Berggeist. Köln 1869. S. 77.

In der Regel beschränken sich dieselben auf eine gute Leitung der Förderschale, auf die sorgsame Pflege des Förderseils und auf Anbringung sicherer Bremsen an den Förderkörben und dem Schwungrad der Maschine; es sind dies aber Vorkehrungen, welche zu einer prompten und sicheren Förderung gleichfalls stets getroffen werden müssen. Ausserdem bringt man über den Schalen zum Schutze der Fahrenden ein Blechdach an, welches geeignet ist, wenigstens leichtere in den Schacht fallende Gegenstände abzuhalten, wenn auch bei Seilbrüchen das niederfallende Seil das Dach wohl in der Regel durchschlagen dürfte. Fangvorrichtungen finden sich in England an den Förderschalen nicht eben häufig, bei uns werden sie meistentheils angebracht; wo sie sich finden, muss stets für genaue Functionirung Sorge getragen werden.

Ueberhaupt besteht die Hauptsicherheit der Seilfahrt in einer oft und täglich vor der Benutzung vorzunehmenden genauen Revision aller gehenden Theile, namentlich des Seils, der Fangvorrichtung und der Bremsen.

In den meisten Fällen wird, wie gesagt, die Fördermaschine gleichzeitig zur Seilfahrung benutzt, selten findet sich hierzu eine besondere Maschine mit Seil und ausschliesslich zum Seilfahren dienendem Schachttrum. Wenn, wie dies auf den englischen Gruben ganz allgemein der Fall ist, beim Mangel einer besonderen Maschine nicht auch Fahrten im Schachte angebracht sind und ein zweiter Schacht, wie häufig, nicht vorhanden ist, so entsteht die Gefahr, dass bei einem Maschinenbruch die Arbeiter in der Grube festsitzen; noch neuerdings, im Januar 1868, hat sich ein solcher Fall auf der Grube Shamrok bei Bochum, welche ganz nach englischem Muster hergestellt ist, ereignet, wo wegen Unbenutzbarkeit der Maschine die Belegschaft Stunden lang Gefahr lief, nicht zu Tage geschafft werden zu können. Zur Vermeidung solchen Uebelstandes ist auf der Grube Clifton Hall bei Manchester[28]) eine sonst zu anderen Zwecken dienende Dampfmaschine eingerichtet, jederzeit zur Fahrung benutzt werden zu können.

In Preussen hat man sich lange gesträubt, die Seilfahrung anzuwenden, weil die unerlaubte Benutzung derselben sehr viel Unglücksfälle herbeigeführt hat und noch herbeiführt, und man in Folge dessen die Ansicht geschöpft hat, dass das Seilfahren an und für sich gefärlicher sei, als die anderen Fahrungsmethoden. Diese Ansicht ist nicht richtig, denn es verunglückten in England[29]) in den Jahren 1855 bis 1859 im Jahre durchschnittlich 81 Personen beim Fahren auf dem Seil von 227660 beschäftigten Arbeitern, von allen Unglücksfällen betrugen die durch das Seilfahren veranlassten 8,2 Procent; auf die preussischen Verhältnisse übertragen, würden, wenn auf allen Steinkohlengruben Seilfahrung regel-

[28]) Serlo, v. Rohr, Engelhardt a. a. O. in Ztschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 10. S. 91.

[29]) Ebenda S. 132.

mässig stattfände, jährlich im Durchschnitt 8,4 Personen bei der Seilfahrung verunglücken, während bei der Fahrung auf der Fahrkunst, auf der Fahrt und durch unerlaubtes Seilfahren durchschnittlich 7 bis 8 Personen verunglücken, so dass augenscheinlich eine grössere Wahrscheinlichkeit zu Unglücksfällen durch die Seilfahrung nicht geschaffen wird. Man hat deshalb die Fahrung auf dem Seile jetzt überall in Preussen gestattet und zur Aufrechthaltung sichernder Schutzmassregeln gegen Verunglückungen Polizeivorschriften erlassen.

In Belgien erfreuen sich die Fahrkünste einer besondern Beliebtheit, woher es auch kommt, dass Kuborn in seiner Untersuchung über die Krankheiten der Kohlenbergleute zu dem Schluss kommt, dass allen anderen Fahrmethoden die auf den Fahrkünsten vorzuziehen sei,[30]) indem er ausführt, dass das Fahren auf Fahrten fortdauernde Anstrengung des Muskelsystems erfordert, bedeutende Ermüdung verursacht und einen grossen Blutzufluss zu den Lungen, sowie eine beträchtliche Beschleunigung der Blutcirculation herbeiführt; die Fahrung am Seil setze den Fahrenden den Gefahren aus, welche ein Seilbruch mit sich führt, während das Fahren auf der Fahrkunst leicht sei und keine Unbequemlichkeit oder Gefahren mit sich führe. Die statistischen Ermittelungen ergeben indess, dass die Fahrkunst viele Gefahren mit sich führt, welchen der Fahrende allerdings durch die eigene Aufmerksamkeit und Besonnenheit meistentheils entgehen kann, wogegen beim Fahren am Seil, welches vom Fahrenden keinerlei Anstrengungen erfordert, derselbe aber ohne allen Einfluss auf die ausser ihm liegenden Gefahren bleibt, welche ein Seilbruch, ein Ueberwinden über die Seilscheibe, ein Unterfassen des Förderkorbes unter die Zimmerung u. dgl. m. veranlasst. Die Zahl der Verunglückungen beim Seilfahren ist indess keineswegs grösser, als bei den anderen Fahrmethoden, und die fortgesetzte Anwendung desselben wird immer grössere Zuverlässigkeit in die Vorbedingung der Seilbenutzung zum Fahren bringen, nämlich in die regelmässige und zuverlässige Revision alles gehenden Zeuges, so wie auch eine sichere und Zutrauen erweckende Fangvorrichtung auffinden lassen. Der Bergassessor Dittges hat sich der Aufgabe unterzogen, zu ermitteln, welche Vortheile und Nachtheile das Fahren am Seil oder auf den verschiedenen Arten der Fahrkünste in technischer, ökonomischer und sicherheitspolizeilicher Hinsicht darbietet und kommt nach eingehender Beschreibung der verschiedenen Systeme und Erörterung ihrer Mängel und Vorzüge zu dem Schluss, dass im Allgemeinen sowohl in technischer und ökonomischer, als in sicherheitspolizeilicher Hinsicht dem Seilfahren der Vorzug einzuräumen ist; ihr Mangel liegt allein in dem Umstande, dass die Gefahr durch persönliche Vorsicht nicht gemieden werden kann.

---

[30]) Dr. Kuborn: étude sur les maladies particulières aux ouvriers mineurs employés aux exploitations en Belgique. Paris 1863. p. 22.

# Achter Abschnitt.

## Wetterführung.

---

Gegenstand der Wetterführung oder Wetterlosung ist die Versorgung der Gruben mit frischer Luft und die Vertheilung derselben auf die Baue; als Anhang gehört hierher die Beleuchtung der Gruben, so wie die Behandlung der Grubenbrände.

Es ist bekannt, dass die Versorgung mit guten Wettern sich im Allgemeinen nur erreichen lässt durch stete Zuführung frischer atmosphärischer und Abführung der verdorbenen Luft, denn unter Tage finden sich einerseits keine der Agentien, durch welche über Tage das Gleichgewicht, der normale Zustand der Atmospähre wieder hergestellt wird, andererseits aber treten vielfache Ursachen auf, welche beständig die eingetretene Luft verschlechtern. Diese Ursachen sind wesentlich zweierlei Art: 1. Entziehung des Sauerstoffs und dadurch entstehendes Vorwalten des Stickstoffs, 2. Beimengung von Substanzen, welche dem Organismus feindlich, zur Unterhaltung der Verbrennung der Lichter nicht geeignet oder auf irgend eine andere Weise gefährlich und schädlich sind; häufig, wie beim Athmen, gehen beide Ursachen in ihren Wirkungen Hand in Hand.

Die schädlichen Substanzen sind im Wesentlichen: Kohlensäure, leichtes und schweres Kohlenwasserstoffgas (Wasserstoff ist niemals beobachtet worden, eine dasselbe angebende Analyse von einer englischen Grube scheint auf Irrthum zu beruhen); weniger häufig, als die vorstehenden, sind Schwefelwasserstoffgas, Kohlenoxydgas, brenzliche Stoffe, selten schweflige Säure; ferner sind zu erwähnen die Miasmen aus Zersetzung organischer Körper; in einzelnen Gruben Quecksilber- und arsenikalische Dämpfe; belästigend wirkt ferner die Sättigung der Luft mit Wasserdampf, wenn dazu Gelegenheit gegeben ist, dem gegenüber in sehr trockenen Gruben die Erfüllung der Luft mit sehr feinen Staubtheilchen steht.

### A. Beschaffenheit der Wetter.

Durch besondere Benennungen unterscheidet man gute, matte, schlechte Wetter, je nach dem grösseren oder geringeren Gehalt an Sauerstoff, böse Wetter, die dem Organismus feindliche Gase enthalten,

gewissermassen aktiv schlechte, wohin vor allen Dingen die Schwaden gehören, schlagende Wetter, welche durch leichte Entzündlichkeit Gefahr bringen, brandige Wetter, welche mit Verbrennungsprodukten erfüllt sind und zu den aktiv schlechten gehören.

### I. Gute, matte, schlechte Wetter.

Die Zusammensetzung der atmosphärischen Luft, der guten Wetter, beträgt nach Wöhler[1]) in 100 Raumtheilen

| | |
|---|---|
| Stickstoff . . . | 78,492 |
| Sauerstoff . . . | 20,627 |
| Wassergas . . . | 0,840 |
| Kohlensäure . . | 0,041 |

als constanter Bestandtheil, aber in sehr kleinen Mengen, findet sich auch Ammoniak. Das specifische Gewicht des Sauerstoffs beträgt 1,1056, des Stickstoffs 0,972, daher setzt sich die atmosphärische Luft nach Gewichtstheilen zusammen aus

| | |
|---|---|
| Sauerstoff . . . | 22,8 |
| Stickstoff . . . | 77,2 |

Ueber die Zusammensetzung der atmosphärischen Luft enthält die unten angegebene Quelle folgende Analyse:

| | nach dem Gewicht, | nach dem Volumen, |
|---|---|---|
| Stickstoff | 75,55 | 79 |
| Sauerstoff | 23,32 | 21 |
| Wassergas | 1,03 | — |
| Kohlensäure | 0,10 | — |

Der Gehalt an Wassergas und Kohlensäure schwankt, je nachdem die Temperatur der Luft höher oder niedriger ist.[2])

Der atmosphärischen Luft wird durch das Athmen Sauerstoff entzogen, an seine Stelle treten Kohlensäure und Wasserdampf; die verbrauchte Quantität ist etwas verschieden, je nach dem Alter und der Stärke der Bewegung des Athmenden, so dass die Quantität der ausgeathmeten Kohlensäure zwischen 3,3 und 4,1 Procent schwankt; im Allgemeinen kann man annehmen, dass 3 Procent der eingeathmeten Luft verzehrt werden. Nach einzelnen Angaben soll ein erwachsener Mensch innerhalb 24 Stunden 0,804 Kubikmeter Sauerstoff gebrauchen, nach Combes[3]) während derselben Zeit überhaupt 19 Kubikmeter Luft einathmen und daraus also an Sauerstoff entnehmen 0,572 Kubikmeter.

Von der Legislative der vereinigten Staaten von Nordamerika ist ein Gesetz „zum Schutz der Arbeiter in Kohlenwerken“ erlassen, in welchem als Maass einer ausreichenden Ventilation bestimmt ist, dass auf je 50 Mann

[1]) Wöhler, Grundriss der anorganischen Chemie. Berlin 1863. S. 27.
[2]) On the gases found in coal mines in the Mining Journal. London 1868. p. 782.
[3]) Combes, traité de l'exploitation des mines to. II. pag. 291.

der Belegschaft (50 Kubikfuss) 1,545 Kubikmeter reiner Luft in der Sekunde oder 92,700 Kubikmeter in der Minute vor Ort geschafft werden, und dass alle Grubenräume frei von gefährlichen Gasen erhalten werden.[4])

Nach Kuborn[5]) verbraucht ein Arbeiter wenigstens 860 Gramme Sauerstoff in 24 Stunden. Nach derselben Quelle beträgt die Quantität der ausgeathmeten Kohlensäure 4 bis 5 Procent und die Verminderung des Sauerstoffs in der Luft schwankt zwischen 2 und $2\frac{1}{2}$ Procent; nach Leblanc darf der Gehalt der Luft an Sauerstoff nicht unter 15 Procent sinken, wenn das Athmen nicht erschwert werden soll. Kuborn ist der Ansicht, dass ein dauernder Aufenthalt der Bergleute in Luft, welche nur $1\frac{1}{2}$ bis 2 Procent Kohlensäure enthält, hinreicht, um langsam verderblich auf den Organismus und die Blutbildung der Arbeiter zu wirken. Pfähler[6]) gibt in der unten angegebenen Quelle die Ermittelungen verschiedener Techniker und Physiker über die den Menschen benöthigten Luftquantitäten an; für die Grube Sulzbach-Altenwald stellt er bei einer Belegschaft von 1500 Mann folgende Berechnung über den Bedarf an Luft an; wobei er für jeden Mann in der Sekunde nach Pettenkofer 0,53 Kubikfuss annimmt,

| | | |
|---|---|---|
| also für 1500 Mann = 1500.0,53 = . . . . . . | 780 | Kubikfuss |
| jedes Licht eines Bergmanns bedarf 10 Kubikfuss Luft in der Stunde, also hierfür im Ganzen $\frac{1500.10}{60.60}$ = . . | 4 | " |
| für den Verbrauch von 300 Pfund Pulver innerhalb 8 Stunden 300.4043 = 1212900 Kubikfuss, d. h. in der Sekunde | 42 | " |
| endlich für 48 Pferde, deren jedes dem Luftbedürfniss von 4 Menschen gleich zu setzen ist, also 48.4.0,53 = | 103 | " |
| zusammen = | 929 | Kubikfuss |

oder rund 930 Kubikfuss in der Sekunde, welche der Grube im Minimum beschafft werden müssen.

Denn ausser durch die Menschen erfolgt der Verbrauch des Sauerstoffs in der Grube durch das Athmen der in der Grube benutzten Thiere, durch das Brennen der Lichter und Lampen, obwohl die grössten Grubenlampen weniger als ein Mensch verbrauchen, durch die Sprengarbeit und etwaiges Feuersetzen, durch die Zersetzung der Gesteine und Mineralsubstanzen, insbesondere der kiesigen, wodurch zugleich bedeutende Wärme entwickelt wird, welche unter Umständen Grubenbrände hervorrufen kann, endlich durch den Fäulniss- und Vermoderungsprocess der in die Gruben gebrachten vegetabilischen und animalischen Substanzen.

---

[4]) Dingler polyt. Journal. Augsburg. Bd. 196. S. 375. — „Glückauf." Essen, 1870. No. 38.

[5]) Kuborn: étude sur les maladies particulières aux ouvriers mineurs. Paris, 1863. S. 25. 122.

[6]) Pfähler: Wetterführung auf der K. Steinkohlengrube Sulzbach-Altenwald bei Saarbrücken in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 20. B. S. 57.

Auch der Staub, welcher sich durch die Bearbeitung der Gesteine in der Grube entwickelt und sich in der Luft fliegend erhält, wirkt nachtheilig auf die Athmungswerkzeuge der Bergleute, so dass man die Lungen der auf Kohlengruben beschäftigten Arbeiter sehr häufig von Kohlenstoff völlig imprägnirt und geschwärzt findet.

Nach Wehrle brennt ein Talglicht noch, wenn die umgebende Luft nur noch 18 Procent Sauerstoff enthält, die gewöhnliche Grubenlampe bei 16 Procent, der Argand'sche Brenner mit doppeltem Luftzug bei 14 Procent Sauerstoff. Nach demselben soll atmosphärische Luft, welche nur 15 Procent Sauerstoff enthält, schon irrespirabel sein, doch ist die entstehende Asphyxie weniger gefährlich, als die durch Kohlensäure entstehende.

Dr. Angus Smith, welcher die Luft in den Bergwerken von Cornwall eingehend untersuchte,[7]) hat gefunden, dass die normale Luft 20,9 Procent Sauerstoff enthalten müsse, dass sie bei 20,6 Procent schon als entschieden verschlechtert und bei 20,5 Procent selbst als gefährlich anzusehen sei.

Wetter, welchen ein Theil des Sauerstoffs entzogen ist, werden matt und schlecht, weil darin das Athmen und Brennen unmöglich ist, sie enthalten in der Regel nicht nur ein Uebermaass von Stickstoff, sondern auch zugleich Kohlensäure; dass Stickstoff irgendwo als frei zutretendes Gas schädlich würde, ist nicht bekannt, man hat es eben dann immer mit sauerstoffarmer Luft zu thun.

### II. Kohlensäure. Schwaden.

Der atmosphärischen Luft mengt sich, wie schon erwähnt, Kohlensäure, welche aus 1 Volumen Kohlenstoff und 2 Volumen Sauerstoff ($\ddot{C}$) besteht und zu 2 Volumen verdichtet ist, als Resultat des Athmungs-, Verbrennungs-, Fäulniss- und Zersetzungsprocesses bei; in diesem Falle bleibt sie aber gewöhnlich, vermöge der Diffusion, von vornherein in der ganzen Luftmenge vertheilt, wovon etwa die bei der Fäulniss organischer Substanzen entwickelte Kohlensäure eine Ausnahme machen kann. Die Mischung der Kohlensäure mit der atmosphärischen Luft in den Strecken hängt nach Kuborn[8]) von der Temperatur und der Stärke des Windes ab; die Kohlensäureschicht erhebt sich in warmen Sommertagen und bei stürmischem Wetter, sie senkt sich in kühlen Nächten und bei lebhaftem Winde.

Ausserdem aber entwickelt sich Kohlensäure selbstständig und tritt in die Grubenbaue aus Spalten der Gesteine, aus dem Wasser, welches unter gewöhnlichem Luftdruck ein fast gleiches Volumen Kohlensäure, als es selbst besitzt, absorbirt, dieselbe aber beim Schütteln frei lässt.

---

[7]) Analyse d'un rapport de M. Angus Smith sur la composition de l'air des mines du Cornouailles in Révue universelle des mines etc. tome 20. 1866. 2. Semestre. p. 84.

[8]) Kuborn a. a. O. S. 22.

Aus diesen Ursachen ist die Kohlensäure ganz besonders in Braunkohlengruben heimisch und spielt bei diesen eine ähnliche Rolle, wie das Grubengas in Steinkohlengruben, in denen sich übrigens auch Ausströmungen von Kohlensäure finden, überhaupt kann sie in allen Gebirgsarten angetroffen werden, wie es z. B. sehr stark der Fall war beim Betriebe eines Querschlages auf der Steinsalzgrube zu Stetten in Hohenzollern, ferner im Reinhold Forster Erbstolln bei Eiserfeld.[9]) Wo sie sich reichlich entwickelt und die Luftmasse gar nicht oder nur schwach bewegt ist, geht die Diffusion so langsam vor sich, dass die Kohlensäure Zeit behält, sich nach dem spezifischen Gewicht abzulagern; da das spezifische Gewicht der Kohlensäure 1,529 beträgt, so sammelt sie sich in den tiefsten Punkten, schneidet dann oft scharf an der darüber befindlichen leichten Luft ab, mit der sie sich erst allmälig von der Berührungsfläche aus mengt. Solche scharfe Abgränzung der Kohlensäure gegen die Luftschichten finden sich in der Dunsthöhle bei Pyrmont, in der Hundsgrotte bei Neapel. Die Kohlensäure bildet für sich, und wenn sie im Gemenge mit atmosphärischer Luft überwiegt, die sogenannten Schwaden (black damp, choke damp, stythe, afterdamp), welche selbstredend gleichfalls schwerer als normale Luft sind; die nach einer Explosion schlagender Wetter stark mit Kohlensäure gemengte Luft nennt man auch Nachschwaden.

Schon bei einem Gehalt von 5 bis 6 Procent Kohlensäure in der Luft brennen die Lichter schlecht, bei 10 Procent Kohlensäure erlöschen sie sofort, wenn sie in das Gemenge gebracht werden; Luft, welche über 8 Procent Kohlensäure enthält, kann der Mensch ohne Gefahr nicht einathmen, 5 Procent soll nach Berzelius zwar noch nicht gefährlich sein, übt aber ohne Zweifel, dauernd eingeathmet, ebenfalls nachtheiligen Einfluss aus. Pfähler[10]) gibt an, dass bei einem Gehalt der Grubenluft von 5 Procent Kohlensäure dem Volumen nach das Licht nur noch ein schwaches Glimmen des Dochtes zeigt, welches bei 8 Procent ganz aufhört; nimmt der Gehalt von 8 bis 10 Procent zu, so kann ein Mensch in solchem Luftgemisch nicht mehr athmen. Sie wirkt anscheinend giftig und zwar in sehr kurzer Zeit, der Asphyxie gehen nur leichte Schmerzen im Kopf und in den Augen vorher; die in diesen Zustand Verfallenen sind schwer ins Leben zurückzubringen, was überhaupt auch nur gelingt, wenn die Leute nur kurze Zeit in der Kohlensäure verblieben sind.

## III. Grubengas. Schlagende Wetter.

Grubengas (Sumpfluft, feuriger Schwaden) bestehend aus
4 Volumen Wasserstoffgas (H)
1 Volumen Kohlenstoff (C)

---

[9]) Bischof, Lehrbuch der chemischen u. physikalischen Geologie. 2. Auflage. 1863. Thl. I. S. 671. 672.

[10]) Pfähler a. a. O. S. 55.

zu 2 Volumen Kohlenwasserstoffgas ($H_2C$ oder $H_4C$) verdichtet, bildet im Gemenge mit atmosphärischer Luft die **schlagenden Wetter**, während es ohne atmosphärische Luft nicht detonirt, sondern nur mit schwach leuchtender, blauer Flamme brennt. Es kommt besonders häufig in Steinkohlengruben vor, aber auch in Steinsalzgruben,[11]) in bituminösen Schiefern und ähnlichen Gesteinen, in Verbindung mit Erdöl (Naphta, Asphalt), wobei indess auch andere Kohlenwasserstoffverbindungen vorhanden sein können; selten und nur ausnahmsweise ist es auf Braunkohlengruben beobachtet, wie auf Albertgrube bei Siegda in Schlesien,[12]) auch in der benachbarten Braunkohlengrube Otto bei Stroppen ist es in neuerer Zeit beobachtet worden. Auf der Braunkohlengrube zu Tokod bei Gran in Ungarn hat am 1. April 1871 eine heftige Explosion schlagender Wetter stattgefunden.[13])

Das Grubengas ist in Wasser nicht löslich oder es wird vom Wasser doch nicht in grösserem Maasse absorbirt, als von atmosphärischer Luft; sein specifisches Gewicht ist zu 0,5589 gefunden, berechnet zu 0,552; es ist geschmack- und geruchlos. Wegen seiner geringen Dichtigkeit strebt es nach Oben, füllt obere Baue, welche keinen Ausgang haben, an, sammelt sich in Auskesselungen der Firste, aber alles dies nur so lange, als es nicht durch Diffusion oder auf mechanische Weise mit der atmosphärischen Luft gemengt worden ist, von welcher es sich alsdann nicht mehr absondert. Nach Einigen soll man da, wo es sehr häufig ist, oder wenn man gegen einen Strom desselben geht, ein Gefühl, namentlich in den Augen, wie von der Berührung mit Spinngeweben empfinden, auch die Ansammlungen in Gestalt weisser Fäden und Nebel bemerken, wobei indess wohl Täuschungen der Sinnesorgane vorliegen möchten.

Das Auftreten des Grubengases in der Steinkohle ist nicht gebunden an deren Qualität, wie man erwarten sollte, da es sich in fetten, wie in mageren Steinkohlen findet; dagegen zeigt es sich vorzugsweise in den tieferen Flötzen, ausserdem sind von Einfluss: die Neigung und Aufrichtung der Flötze, ob sie zu Tage ausgehen oder nicht, ferner die Spalten in den Flötzen und im Gebirge, die Natur und die mehr oder minder geschlossene Beschaffenheit des Nebengesteins; je nachdem die Umstände für das Entweichen der bei der Zersetzung der Pflanzensubstanz entstandenen Gasarten günstig gewesen sind oder nicht. Das Gas kommt nicht allein aus der Kohle selbst, sondern auch aus kohligem Nebengestein, aus Brandschiefer u. dgl. m. Es steht oft unter bedeutendem, mehre Atmosphären betragendem Druck, wie die sogenannten Bläser beweisen und ferner die als bags of foulness bekannten Anhäufungen in den Gruben von Northumberland und Durham, welche sich oft an Verwerfungsklüften finden; oft

[11]) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1872. S. 7.
[12]) Jahrbuch des schles. Vereins f. B. u. H.-Wesen 1861. S. 12.
[13]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1872. S. 2.

ist die Pressung so gross, dass bei ihrem Austritt schwere Massen von Kohlen weggeschleudert und die Grubenbaue in kurzer Zeit ganz von Gas erfüllt werden, weshalb man gut thut, in der Nähe bekannter Sprünge vorzubohren, um die Gase allmälig abzuzapfen.

Wo sich das Gas aus den Poren der Kohle selbst, an deren Oberfläche entwickelt, zeigt sich mitunter das sogenannte Krebsen, ein knisterndes Geräusch, was jedoch an einen gewissen Grad von Feuchtigkeit gebunden zu sein scheint. Innerhalb der Flötze ist das Gas sehr ungleich vertheilt, vorzugsweise findet es sich gern da, wo sich die Kohle weich und zerreiblich zeigt, daher auch häufig in der Nähe von Sprüngen, welche überdies als Kanäle dasselbe von anderen Stellen zuführen können.

Alle Umstände, durch welche die Geschlossenheit der Kohle vermindert und die freie Oberfläche derselben vermehrt wird, oder wodurch der darauf ausgeübte Druck abnimmt, erleichtern den Austritt und führen eine zeitweilige Vermehrung der Entwickelung herbei. Daher zeigt sich eine Vermehrung bei sinkendem Barometerstand, was namentlich in England behauptet, von Bischof bestritten wird, indess durch den Unglücksfall auf der Grube Neu-Iserlohn bei Dortmund am 15. Januar 1868 bestätigt zu sein scheint, wo das den alten Mann erfüllende Grubengas durch verminderten Luftdruck Gelegenheit fand, herauszutreten und die zunächst belegenen Grubenbaue zu erfüllen; wenigstens ist dies eine von den Erklärungen über die grossartige Explosion[14]), obwohl die spätere Untersuchung als ziemlich feststehend ergeben hat, das die Gase aus einem der im Bau befindlichen Flötze unmittelbar ausgetreten sind;[15]) doch lassen diese Untersuchungen es ziemlich unzweifelhaft, dass die Ansammlung der schlagenden Wetter bei plötzlichem und starkem Fallen des Barometers stattgefunden hat, wodurch die Difusion der Gase und ihre Verdünnung durch die atmosphärische Luft verzögert wurde; andere örtliche Ursachen haben dann zur Explosion der angesammelten Gase Veranlassung gegeben. Sie treten stärker auf bei frisch blossgelegten Flächen der Kohle bei im Betriebe befindlichen Bauen, als bei verlassenen; die letzteren aber, der alte Mann (goaf) geben Gelegenheit zu grossen Anhäufungen des Gases aus darunter befindlichen Bauen und treten dann hervor in Folge von Brüchen, bei Verminderung des Atmosphärendrucks oder Verlangsamung des Wetterzuges, bei Erhöhung der Temperatur im Innern des alten Mannes aus irgend welchen Gründen; es ist einleuchtend, dass hieraus Gefahren mannigfacher Art entstehen können.

Der Einfluss des schwankenden Luftdruckes ist in Bezug auf die erste Entwickelung des Grubengases vielleicht zu allgemein angenommen, die Einwürfe Bischofs scheinen zum Theil begründet, da, wenn das Gas mehre

[14]) Glückauf. Essen 1868. Nr. 8. — Von Renesse in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 16. B. S. 156.

[15]) v. Renesse. Ebenda. Bd. 19. S. 11. — Untersuchung der Wetterführung auf der Zeche Neu-Iserlohn. Ebenda. Bd. 20. S. 11.

Atmosphären Pressung besitzt, die geringen Schwankungen des Barometerstandes nicht von erheblichem Einfluss sein können; dagegen ist dieser Einfluss jedenfalls auf die Gase anzunehmen, welche sich im alten Mann angesammelt haben.

Nach den Beobachtungen von Davy, welche derselbe mit der nach ihm benannten Sicherheitslampe angestellt hat, ist das Vorhandensein von Grubengas an der Flamme der Lampe zuerst sichtbar, wenn die Luft $^1/_{30}$ Gas enthält, die Erscheinungen nehmen zu bis zur Mengung der Luft mit $^1/_{15}$ Gas, die Wetter werden brennend, bei $^1/_{14}$ findet Fortpflanzung der Flamme durch die ganze Masse statt, aber ohne starke Detonation, gesteigerte Heftigkeit der Explosion zeigt sich bis zur Mengung mit $^1/_9$ oder $^1/_8$ Gas, von wo an sich wieder eine Abnahme zeigt, bis bei der Mengung mit $^1/_3$ Gas die Flamme aus Mangel an Sauerstoff erlischt und die Wetter zugleich irrespirabel werden. Innerhalb der Sicherheitslampe füllt sich bei einem Gemenge mit $^1/_{12}$ Grubengas der Cylinder mit blauer Flamme, durch welche man die Oelflamme noch deutlich erkennt, bei einem Gehalt von mehr als $^1/_5$ bis $^1/_6$ Grubengas erfüllt sich der Cylinder mit heller Flamme, in welcher die Oelflamme verschwindet, der Drahtcylinder wird dann rasch glühend, in welchem Stadium man zwar noch athmen kann, aber der Aufenthalt doch gefährlich wird, weil die Flamme bei unvorsichtiger Bewegung herausgeschleudert werden kann.

Aehnlich werden die Verhältnisszahlen von Engländern mitgetheilt.[16]) Pfähler gibt folgende Resultate der Untersuchung an:[17]) bei 1 Volumen Kohlenwasserstoffgas unter 30 Volumen atmosphärischer Luft wird die Flamme der Lampe lang gezogen und spitzt sich scharf zu, für den Menschen tritt noch keine Gefahr ein; bei 1 Volumen unter 15 Volumen Luft verlängert sich die Flamme noch mehr und fängt mit blassblauer Flamme an leicht zu brennen; bei 1 Volumen unter 12 Volumen Luft erfolgt die erste schwache Explosion, innerhalb des Netzes der Sicherheitslampe ist dieses Gemisch leicht erkennbar; bei 1 Volumen unter 8 bis 12 Volumen Luft erfolgt die gefährlichste und heftigste Explosion; bei 1 Volumen unter 5 bis 6 Volumen Luft wird die Explosion geringer und gemässigter; bei 1 Volumen unter 3 Volumen Luft kann keine Explosion mehr erfolgen; bei 1 Volumen Gas mit 1 Volumen atmosphärischer Luft entzündet sich das Gemisch noch etwas, aber beim Ueberwiegen der Gasmenge nicht mehr, da alsdann wegen Mangel an Sauerstoff die Lampe schnell erlöscht, aus welchem Grunde auch für den Menschen bei längerem Verweilen der Tod eintritt, während bei den übrigen Gemischen das Leben des Menschen längere oder kürzere Zeit noch möglich ist.

Ein rothglühendes Eisen, eine glühende Kohle entzünden das Gemenge von Luft mit Grubengas nicht, wohl aber weissglühende Körper, ausserdem

---

16) The Mining Journal. London 1868. p. 782.
17) Pfähler a. a. O. S. 53.

aber jeder mit Flamme brennender Gegenstand. Stickstoff und Kohlensäure vermindern die detonirende Eigenschaft des Gemenges; $^1/_7$ Stickstoff benimmt sie nach Davy ganz dem Gemenge von 12 Theilen Luft und 1 Theile Gas, $^1/_7$ Kohlensäure dem explodirendsten Gasgemenge.

Die Folgen der Explosion sind das Auftreten irrespirabler Gase (Nachschwaden), als Resulsat der Verbrennung, der Sauerstoff der atmosphärischen Luft ist verzehrt, es bleiben Kohlensäure und Stickstoff neben Wassergas zurück, in denen das Athmen unmöglich ist. Die heftigste Explosion findet dann statt, wenn sämmtliches Gas durch den vorhandenen Sauerstoff verbrannt wird, nämlich 1 Volumen Gas, bestehend aus $^1/_2$ Volumen Kohlenstoff und 2 Volumen Wasserstoff geben mit 2 Volumen Sauerstoff $= (^1/_2\, C + O) + (2\, H + O) = \ddot{C} + \dot{H}$, oder 10 Volumen Luft ($8\, N + 2\, O$) mit 1 Volumen Grubengas ($4\, H\, C$) geben $8\, N + 1\, \ddot{C}$ + 2 Wasserdampf. Wegen der bei der Verbrennung sich entwickelnden hohen Hitze findet zuerst eine Dilatation der Gase statt, der nachher eine Contraktion folgt, was sich jedes Mal durch den Schlag und den dann erfolgenden Rückschlag bemerkbar macht.

Man hat vielfache Analysen des Grubengases angestellt. Bischof[18]) untersuchte die Ausströmung aus Bläsern auf den Gruben Gerhard (A) und Wellesweiler (B) bei Saarbrücken, ferner aus einem Bohrloch, welches zu Obernkirchen (C) als artesischer Brunnen auf der Sohle eines Wetterschachtes 25 Meter tief in das Liegende des Flötzes, einen bituminösen Schiefer der Wealdformation, niedergestossen ist; er fand:

| | A. | B. | C. |
|---|---|---|---|
| Grubengas . . . . . . | 83,08 | 91,36 | 79,10 |
| ölbildendes Gas . . . . . | 1,98 | 6,32 | 16,11 |
| fremdes Gas (Stickstoff?) . | 14,94 | 2,32 | 4,79 |
| | 100,00 | 100,00 | 100,00 |

Aus demselben Bohrloch hat Bunsen[19]) die Ausströmung untersucht und fand:

| | |
|---|---|
| Stickstoff . . . | 7,16 |
| Sauerstoff . . . | 9,45 |
| Kohlensäure . . | 2,61 |
| Grubengas . . . | 97,53 |
| ölbildendes Gas . | — |
| | 99,75 |

Auf der bairischen Steinkohlengrube bei Bexbach[20]) fand Keller, dass das constant ausströmende Grubengas, welches man zur Beleuchtung eines Stollns benutzte, reines Sumpfgas war, auf Kohlensäure, atmosphärische Luft und etwa überschüssigen Stickstoff wurde nicht geprüft.

18) Bischof a. a. O. Thl. I. S. 729.

19) Bunsen in Poggendorff Annalen der Physik und Chemie. Bd. 83. S. 252.

20) Justus Liebig u. Heim. Kopp Jahresbericht über die Fortschritte der reinen, pharmaceutischen u. technischen Chemie. Für 1854. S. 893.

Graham gibt die Zusammensetzung an von

| | Gateshead | Killingworth |
|---|---|---|
| Grubengas . . . | 94,2 | 82,5 |
| Sauerstoff . . . | 1,3 | 1,0 |
| Stickstoff . . . | 4,5 | 16,5 |
| | 100,0 | 100,0 |

In England hat man Gase gesammelt aus Bläsern, oder von der frisch blossgelegten Kohle oder direkt aus der Grubenluft; die Resultate der Untersuchung ergeben:[21])

| | Grubengas | Stickstoff | Sauerstoff | Kohlensäure | Wasserstoff |
|---|---|---|---|---|---|
| Wallsend from pipe of Surface | 92,8 | 6,9 | — | 0,3 | — |
| Wallsend from Bensham seam | 77,5 | 26,1 | — | 1,3 | — |
| Jarrow Bensham Seam | 83,1 | 14,2 | 0,6 | 2,1 | — |
| Hebburn id. from 161 fathoms | 86,0 | 12,3 | — | 1,7 | — |
| Jarrow Low Main | 79,7 | 14,3 | 3,0 | 2,0 | 3,0 |
| Jarow $^5/_4$ seam | 93,4 | 4,9 | — | 1,7 | — |
| Gateshead, Oakwelle Gate $^5/_4$ seam | 98,2 | 1,3 | — | 0,5 | — |
| Hebburn, Coal 24 feets below Bensham seam | 92,7 | 6,4 | — | 0,9 | — |

Wenn wirklich ölbildendes Gas d. h. 2 Volumen Wasserstoff auf 1 Volumen Kohlenstoff zu 1 Volumen Gas verdichtet, vorhanden ist, was selten der Fall ist, so tritt eine Vermehrung der Gefahr ein; nach verschiedenen Angaben soll es unbedingt tödtlich sein, während es nach Anderen ohne Belästigung eingeathmet werden kann, sogar in ziemlich grossen Quantitäten, wenn es hinreichend mit atmosphärischer Luft, beziehungsweise Sauerstoff gemischt ist;[22]) das specifische Gewicht des ölbildenden Gases ist zu 0,967 berechnet, zu 0,9852 gefunden; es entzündet sich schon bei leichter Rothgluth, 1 Volumen Gas gebraucht 3 Volumen Sauerstoff oder 15 Volumen atmosphärische Luft, wobei die Explosionen sehr heftig sind.

### IV. Schwefelwasserstoff.

Schwefelwasserstoff ($H_2S$) bildet sich in kleineren Mengen bei der Sprengarbeit, ferner bei der Verwesung animalischer Stoffe, hauptsächlich aber der Zersetzung von Kiesen, die zunächt zu schwefelsauren Salzen umgewandelt werden, aus denen sich bei Gegenwart organischer Bestandtheile Schwefelwasserstoff entwickelt. Nach Experimenten, welche im Report of the South Shields Committee to investigate the Causes of the Accidents in Mines erwähnt sind, geben angefeuchtete Schwefelkiese aus der Tyne Steinkohle bei gewöhnlicher Temperatur reichliche Quantitäten von Sauerstoff.

[21]) Reports on the Gases and Explosions in Collieries by de la Bèche, Playfair, Smyth pag. 6.

[22]) The Mining Journal. 1868 p. 782. — Kuborn a. a. O. S. 126.

Das specifische Gewicht des Schwefelwasserstoffs beträgt 1,1912; Wasser nimmt bei 18 Grad Celsius etwa $2\frac{1}{2}$ Volumen des Gases auf. Das Gas ist sehr giftig; nach Faraday sterben Vögel in einer Luft, welche $\frac{1}{1500}$ Schwefelwasserstoff enthält, Hunde bei $\frac{1}{800}$ Gehalt des Gases, nach Combes ein Pferd bei $\frac{1}{250}$ Schwefelwasserstoff. Es ist brennbar, entzündet sich schon bei leichtester Gluth des Eisens und gibt als Verbrennungsprodukte Wasser ($\dot{H}$) und schwefelige Säure ($\ddot{S}$), so dass es also, obschon selten, brennende, beziehungsweise detonirende Wetter bildet.

Am ehesten kann man es in alten Bauen erwarten, wo es auch im Wasser absorbirt sein kann, beim Abzapfen der Wasser wird es dann auf mechanische Weise frei. Deshalb ist Vorsicht beim Lösen alter Baue nöthig, um die Wasser nicht plötzlich in die Grubenbaue treten zu lassen und die Wetter mit Schwefelwasserstoffgas zu erfüllen. Durch Mangel solcher Vorsicht ereignete sich ein Unglücksfall auf der Steinkohlengrube ver. Sieper und Mühler bei Sprockhövel,[23]) ein anderer, nicht in der Literatur erwähnter, im Jahre 1855 auf der Steinkohlengrube Maria Anna und Steinbank bei Bochum; vielleicht war auch das Schwefelwasserstoffgas Ursache der Explosion auf der Sandberger Küpfergrube bei Neusohl[24]) beim Durchschlagen eines Ueberbrechens, welches zuvor eine Zeit lang still gestanden hatte, in alte Baue.

### V. Kohlenoxydgas. Brandige Wetter.

Das specifische Gewicht des Kohlenoxydgases ist 0,967, es vertheilt sich gleichmässig in der atmosphärischen Luft, wird vom Wasser kaum absorbirt und wirkt sehr giftig. In geringen Mengen entsteht es beim Feuersetzen, in grösseren Mengen in der Nähe von Grubenbränden und bildet dann einen Bestandtheil der brandigen Wetter. Die Wirkung derselben ist um so gefährlicher, als der davon Betroffene derselben nicht inne wird, indem er berauscht und bewusstlos ein Opfer der schädlichen Einflüsse wird, bis der Erstickungstod eintritt, wie z. B. im December 1867 auf der Grube Kronprinz Friedrich Wilhelm bei Saarbrücken der Director und 13 Beamte und Arbeiter auf solche Weise zu Tode gekommen sind. Das Kohlenoxydgas wirkt besonders dadurch schädlich, dass es arterielles Blut in venöses umwandelt; nur in geringen Mengen eingeathmet erzeugt es Zittern, Schwindel und Betäubung. Nach Dumas und Leblanc soll ein Gehalt von 1 Procent Kohlenoxydgas in der Luft unmittelbar tödtlich wirken.[25]) Das Kohlenoxydgas ist um so gefährlicher, als eine Lampe noch mit eigenthümlichem schwachem Lichte in demselben zu brennen vermag, während der Mensch schon den Gefahren unterliegt.[26]) Hierher gehört auch

[23]) Dr. Karsten Archiv f. Bergbau u. Hüttenwesen 1827. Bd. 16. S. 208.
[24]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen 1861. S. 31.
[25]) Kuborn a. a. O. S. 126.
[26]) Pfähler a. a. O. S. 56.

der Kohlendunst, ein eigenthümliches Gemisch von geringen Mengen atmosphärischer Luft, Kohlenoxydgas, Kohlensäure und Kohlenwasserstoff, die beiden letzteren im Verhältniss von 2,54 Proc. und 24,68 Proc.; er entsteht bei Grubenbränden oder Entzündung der Zimmerung, wobei die Verbrennnngsprodukte auf einer niedrigen Oxydationsstufe stehen.[27]) Einer solchen Gasentwicklung erlagen 19 Personen; darunter der Grubendirektor, im November 1869 auf der Grube Bully-Grenay im Pas de Calais.[28])

### VI. Schwefelige Säure.

Schwefelige Säure entwickelt sich bei Entzündung des Pulvers, wirkt stechend auf die Schleimhäute und erregt Kopfschmerz. Da indes für möglichst baldige Abführung der Pulverdämpfe Sorge getragen sein muss, so ist der Einfluss derselben auf die Arbeiter von sehr untergeordneter Bedeutung.

### VII. Quecksilber- und Arsenikdämpfe.

Das Auftreten von Quecksilberdämpfen beschränkt sich auf die betreffenden Gruben Idria, Almaden und ist dadurch zu erkennen, dass sich Goldblättchen mit Amalgam belegen und weisslich werden. Die Arsenikdämpfe, welche sich durch Zersetzung von Arsenikkiesen entwickeln, scheinen bei gutem Wetterzuge nicht schädlich zu wirken, während den nachtheiligen Einwirkungen der Quecksilberdämpfe auch durch den stärksten Wetterzug nicht vorgebeugt zu werden scheint.

### VIII. Ammoniak.

Ammoniak soll sich zuweilen in geringer Quantität in der Grubenluft finden und scheint seinen Ursprung aus thierischen Excrementen, namentlich in unterirdischen Pferdeställen zu haben. In diesen soll es nachtheilig auf die Schleimhäute wirken.[29])

## B. Allgemeine Bemerkungen.

Die Mittel, die Entstehung schlechter Wetter, beziehungweise die Einmengung sich entwickelnder schädlicher Gasarten zu vermeiden, sind sehr beschränkter Art; es gehört dazu Reinlichkeit in den Grubenbauen, Beseitigung faulender Zimmerung, guter Abfluss der Wasser, Reinhaltung der Wasserseigen, Untersagen des Tabackrauchens, auch Vermeiden von Arbeiten, welche schädliche Gase entwickeln, z. B. des Feuersetzens.

Zur Beseitigung schlechter und böser Wetter sind Mittel von geringem Umfange die stetige Belegung der Betriebspunkte mit Arbeitern,

[27]) Pfähler a. a. O. S. 56.
[28]) Annales des mines. Paris. 7. Série. Tome 19. p. 185.
[29]) Kuborn a. a. O. S. 24. 130.

weil dadurch die Vermengung der schädlichen Gase mit den Wettern befördert wird, eine Anhäufung derselben also weniger stattfinden kann, auch das sich entwickelnde Grubengas durch das Vorhandensein der Arbeiterlampen dauernd verbrennt; zu diesem Zweck hat man auch sogenannte ewige Lampen angebracht, welche das austretende Grubengas verzehren sollen. Um der Diffusion zu Hilfe zu kommen, hat man das sogenannte Buschen (Auf- und Abbewegen von Reisig), Eingiessen von heissem oder kaltem Wasser, Einstürzen von Gesteinswänden in Schächte und Abteufen angewendet, um die darin stehende Luftsäule in Bewegung zu setzen. Baue ohne Ausgang nach Oben oder Unten sind zu vermeiden, weil ein Luftwechsel dann unmöglich wird. Alter Mann und verlassene Baue sind sorgfältig abzuschliessen, damit der Eintritt der sich in ihnen entwickelnden schlechten Wetter in die gangbaren Grubenbaue vermieden wird. Als wirklich wirksam bleibt nur der lebhafte Wetterzug, welcher der Diffusion der Gase zu Hilfe kommt. Vorschläge, die schädlichen Gase durch chemische oder andere Mittel zu zerstören, sind vielfach gemacht, aber ohne Erfolg geblieben; z. B. wollte man Grubengas im Wormrevier durch Chlorkalk zerstören, was aber durchaus unwirksam blieb, auch nichts verbessert haben würde, da sich Salzsäure (H Cl) entwickelt haben müsste, welche gleichfalls schädlich ist. Dennoch wird in neuerer Zeit von Dr. Hellmann der Vorschlag wiederholt, den Grubenräumen, welche mit Kohlenwasserstoffgas behaftet sind, Chlorgas zuzuführen,[30]) wobei aber einerseits die schädliche Wirkung der sich bildenden Salzsäure, andererseits der Umstand ausser Acht gelassen ist, dass die Zersetzung des Kohlenwasserstoffgases durch Chlorgas nur unter Einwirkung des Lichtes d. h. der Sonnenstrahlen stattfindet, deren die Grubenräume entbehren.[31]) Langsames Verbrennen des Grubengases durch Kugeln aus Platinschwamm und Thon, welcher beigemengt werden muss, um nicht eine Entzündung durch reinen Platinschwamm zu bewirken, ist von Wehrle behauptet; von Trasenter durch direkte Versuche widerlegt worden.[32])

Vor Erfindung der Sicherheitslampe war es üblich, die schlagenden Wetter absichtlich durch einen besonderen Arbeiter (fire-man) entzünden zu lassen; dieses Verfahren war gefährlich und ohne den beabsichtigten Erfolg, weil bei dieser Entzündung alle Wirkungen der Explosionen eintreten und deren Umfang sich gar nicht vorher bestimmen und eingränzen lässt.

Es ist auch der Vorschlag gemacht worden, durch das ganze Grubenbäude eine elektrishe Drahtleitung zu legen, welche so eingerichtet ist, dass sie häufig unterbrochen ist, also beim Schliessen der Kette viele Funken zu gleicher Zeit überspringen lässt; diese Funksn sollen das explosive Gas vor jeder Schicht und nöthigenfalls auch während der Schicht, nachdem

[30]) Berggeist. Köln 1871. S. 406. — Oesterr. Zeitschr. Wien 1871. S. 359.

[31]) Oesterr. Zeitschr. ebenda. S. 394.

[32]) Annales des travaux publics de Belgique. Bruxelles 1848. tome VII. p. 179.

zuvor die Arbeiter die Grube verlassen haben, entzünden und zur Explosion bringen. Abgesehen von der Kostspieligkeit der Anlage und der Unterbrechung der Arbeit können solche freiwillig herbeigeführten Explosionen dem Grubengebäude sehr gefährlich werden, während die nach der Explosion zurückbleibenden Verbrennungsprodukte, welche in Kohlensäure und Stickstoff bestehen, ein baldiges Eindringen der Arbeiter gar nicht gestatten.[33]) Dennoch sind in neuerer Zeit in Folge der mehrfachen durch Entzündung schlagender Wetter hervorgerufenen, grossartigen Unglücksfälle in verschiedenen Modificationen diese Vorschläge wiederholt worden, so von Bessemer[34]), von Langhoff[35]), von Delaurier[36]), von Horsell.[37])

Als wesentliches Mittel zur Verringerung der Zahl der Unglücksfälle wird mit Recht der sorgfältigste Abschluss des abgebauten Feldes empfohlen, weil der Austritt der schlagenden Wetter aus diesen in die Betriebsräume der Erfahrung gemäss von verheerendster Wirkung ist. Simmersbach[38]) räth deshalb, sämmtliche alte Baue sofort nach Einstellung des Betriebes luftdicht abzuschliessen, wozu er eine Mauer von 0,628 Meter (2 Fuss) Dicke für hinreichend hält, wenn dieselbe nach Innen zwar aus Bergen, nach Aussen aber zwei Steine stark aus Ziegelsteinen in Mörtel hergestellt wird. Zur Vermeidung der Diffusion der Gase muss aber die dem Betriebe zugekehrte Seite des Dammes mit Asphalt bestrichen und für die Gase undurchdringlich gemacht werden.

Zur Beseitigung von Kohlensäure hat man die Einbringung von gelöschtem Kalk oder Kalkmilch vorgeschlagen, wodurch die Kohlensäure gebunden wird; es würde sich dies allenfalls in Abteufen empfehlen, ist aber im Uebrigen von zu localer Wirkung.

Das Erkennen des Zustandes der Wetter erfolgt für die gewöhnlichen Arten von guten, schlechten, brandigen Wettern durch die Lichtflamme, welche je nach dem Zustande hell oder dunkel, qualmend, russig brennen wird, bei schlagenden Wettern hat man selbstredend die Sicherheitslampe zu benutzen, in der man das Grubengas deutlich an der die Oelflamme umgebenden blauen Flamme erkennen kann. Schwefelwasserstoff, ebenso miasmatische Stoffe machen sich durch den Geruch bemerkbar, was sonst nur noch die brandigen Wetter thun.

[33]) E. Sommer in Berg- u. hüttenm. Zeitg. von Kerl u. Wimmer. Leipzig. Jahrgang 1867. S. 81. — Derselbe in österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Jahrgang 1867. S. 109.

[34]) „Glückauf." Essen 1869. No. 39. 40. — „Der Berggeist." Köln 1869. S. 340.

[35]) Dingler polyt. Journ. Bd. 190. S. 339. — Berg- u. hüttenm. Zeitg. v. Kerl u. Wimmer. Leipzig 1869. S. 356. — Der Berggeist. Köln 1869. S. 91.

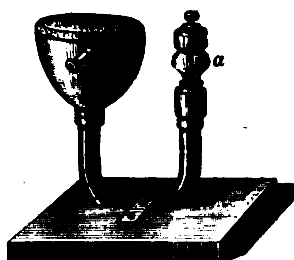
[36]) Dingler polyt. Journ. Bd. 191. S. 339. — Der Naturforscher. Berlin 1868. S. 342.

[37]) Berg- u. hüttenm. Zeitg. von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1869. S. 297.

[38]) Simmersbach: die Verhütung von Unglücksfällen in Kohlengruben durch schlagende Wetter in „Berggeist". Köln 1869. S. 435. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1869. S. 345.

Zum Erkennen des plötzlichen Auftretens schlagender Wetter sowohl, wie der allmäligen Ansammlung derselben, endlich auch zur Wahrnehmung der Kohlensäure sind von Ansell Instrumente angegeben, deren Wirkung auf der von Dutrochet und Graham aufgefundenen Osmose und der darauf gegründeten Diffusion der Gase, hier Grubengas, beziehungsweise Kohlensäure und atmosphärische Luft beruht. Im Anfang benutzte Ansell als Diaphragma Kautschuk,[39]) hat aber statt dessen später Thon oder Marmor eingeführt. Für das Erkennen plötzlich auftretender schlagender Wetter besteht der Wetterindicator[40]) aus einem metallenen, gewöhnlich eisernen, Trichter, an dem sich eine aus gleichem Material gefertigte U förmige Röhre anschliesst, Fig. 424. Am freien Ende dieser Röhre ist mittelst einer Messingfassung ein kurzes Glasrohr a befestigt, mit welchem der eine Poldraht einer galvanischen Batterie verbunden wird; das Glasrohr isolirt zugleich eine auf seiner Mündung aufgekittete Messingkappe, durch welche eine Stellschraube hindurchgeht, an deren unterem Ende ein kurzer, mit einer Platinspitze versehener Kupferdraht angelöthet ist. In den eisernen Trichter giesst man Quecksilber so lange, bis dasselbe in dem Glasrohr einen bestimmten Stand einnimmt. Auf den Rand des Trichters ist ein Deckel von gebranntem Thon (Wedgewoodmasse) aufgekittet, welcher als Diaphragma dient Der zweite Poldraht der Batterie wird mit dem Trichter in Verbindung gebracht, während der erste durch die Messingkappe mit der Platinspitze verbunden ist. Sobald die Diffusion eintritt, wird das Quecksilber in die Höhe gepresst, kommt mit der Platinspitze in Berührung und schliesst dadurch die Kette, in welche eine Lärmglocke eingeschaltet ist, welche beim Schliessen der Kette das Läuten beginnt; sobald also sich Grubengas entwickelt, welches durch das Diaphragma schneller in den Trichter eindringt, als die atmosphärische Luft austritt, wird die Kette geschlossen und das Läuten der Glocke beginnt. Nach Ansell's Beobachtungen kann man die Platinspitze so stellen, dass das Warnungssignal schon binnen zwei Sekunden nach dem Auftreten des Grubengases gegeben wird.

Fig. 424.




Zur Wahrnehmung der allmäligen Anhäufung von Grubengas benutzt Ansell Diaphragmen von Marmor von mässiger Dicke; mittelst einer Marmorplatte von ($^1/_4$ Zoll) $6^1/_2$ Millimeter Stärke kann das Vorhandensein eines seit einer halben Stunde und mittelst einer ($^1/_2$ Zoll) 13 Millimeter starken Marmorplatte die Gegenwart eines seit zwei Stunden entstandenen

---

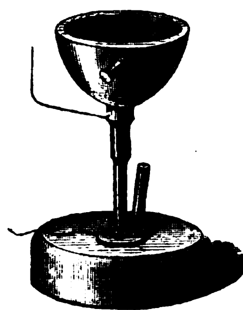
39) Ansell's Apparat zur Nachweisung schlagender Wetter in Berg- u. hüttem. Zeitg. von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1866. S. 216.

40) The Mechanic's Magazine. Jahrgang 1867. S. 87. — Dingler polyt. Journ. Bd. 183. S. 459. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1869. S. 173.

und in dieser Zeit bis zur Explosionsfähigkeit veränderten Gasgemisches nachgewiesen werden, indem die Signalglocke sich in Bewegung setzt. Die Instrumente müssen an dem zu untersuchenden Punkte hoch, nahe der Firste aufgestellt werden, da sich hier trotz des Diffusionsgesetzes die Gase anhäufen. Es wird empfohlen zwei Indicatoren aufzustellen, von denen der eine die plötzliche, der andere die langsame Entwicklung schlagender Wetter nachweist.

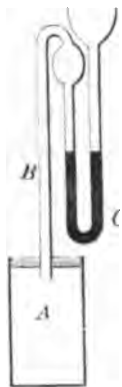
Zur Untersuchung über das Vorhandensein von Kohlensäure hat Ansell dem beschriebenen Apparat eine etwas abweichende Construction gegeben, welche unmittelbar aus Fig. 425 ersichtlich ist. Die Kette ist geschlossen, sobald das Quecksilber in dem vom Trichterhalse gebildeten abgeschlossenen Raum bis zu dem Drahte aufsteigt. Man adjustirt das Instrument durch Neigen des dasselbe tragenden Fusses, indem dann ein Kork auf ein Ledersäckchen drückt und dadurch das Quecksilber bis zu der erforderlichen Höhe emporpresst. Man hat noch nicht hinreichende Erfahrung, ob Marmor als Diaphragma benutzt, gegen die Einwirkung der Kohlensäure dauerhaft genug ist, nöthigenfalls würde sich dafür ein Ersatz finden. Die französischen Weinproducenten benutzen dieses Instrument zur Bestimmung des Zeitpunktes, in welchem die Gährung des Mostes eintritt.

Fig. 425.



Von einfacherer Construction ist der von Dr. von der Weyde angegebene Apparat. Derselbe besteht in einer porösen Thonzelle A (Fig. 426), wie sie für elektrische Batterien angewendet werden, deren Oeffnung mittelst eines grossen Korkstopfens verschlossen wird; in denselben ist die untere Mündung B eines sogenannten Sicherheitsrohres, eines dreifach gebogenen Glasrohres, eingesetzt. Der Kork selbst, so wie die Verbindungsstellen desselben mit der Zelle und dem Rohre werden Behufs sicheren Abschlusses sorgfältig mit Siegellack überzogen; die untere Biegung C des Rohres wird mit gefärbtem Wasser gefüllt. So lange der Apparat sich in einem Raume befindet, wo die äussere Luft gleiche Beschaffenheit mit der in der Thonzelle befindlichen hat, bleibt das Wasser in beiden Schenkeln der Glasröhre gleich hoch und unverändert; sobald er aber in eine Atmosphäre gebracht wird, welche ein anderes Gas enthält, z. B. schlagende oder brandige Wetter, so tritt ein ungleicher Austausch durch die Poren der Zelle ein und die in dieser stattfindende Vermehrung oder Verminderung der atmosphärischen Luft wird sofort durch den ungleichen Stand der Flüssigkeit in den beiden Röhrenschenkeln angezeigt.

Fig. 426.



Schlagende Wetter dringen in grösserer Quantität in die Zelle, als aus dieser Luft entweicht, so dass der Druck auf die Flüssigkeit von Innen nach Aussen wirkt und diese im äusseren Schenkel steigt. Umgekehrt dringen brandige Wetter (Kohlensäure und Stickstoff) in geringeren Mengen in die Zelle, als Luft austritt, so dass der Druck von Aussen wirkt und die Flüssigkeit im inneren Schenkel in die Höhe tritt. Hierdurch ist man in den Stand gesetzt, nicht nur die Anwesenheit fremder Gase, sondern auch ihre Art zu erkennen.[41])

Turquau, ein Franzose, hat einen Wecker construirt, welcher, in Verbindung mit einer Sicherheitslampe, in Thätigkeit tritt, sobald die Wetter durch Grubengas explodirbar geworden sind. Derselbe ist ein einfacher mit Feder, Schlagwerk, Steigrad und Sperrarm versehener Wecker, an dessen Sperrarm eine in Salpetersäure getauchte Schnur von Baumwolle befestigt ist, welche in das Drahtnetz einer ausgehangenen Sicherheitslampe reicht. Erreicht das Gemisch der Luft mit dem Grubengase die Fähigkeit zu explodiren, d. h. entzünden sich die Wetter innerhalb des Drahtnetzes, so verbrennt auch die Baumwollenschnur und der Sperrarm wird frei, wodurch der Wecker in Thätigkeit tritt und die Arbeiter warnt — allerdings in einem sehr späten Moment — die Arbeit nicht länger fortzusetzen.[42])

Der gute Zustand der Wetter bringt erhebliche Vortheile, wobei Humanitätsrücksichten für die Arbeiter zwar obenan stehen, aber auch materieller Gewinn erreicht wird, denn die Arbeiter leisten in guten Wettern mehr, als in schlechten, die Zimmerung hat längere Dauer, die Arbeiter werden später Invaliden, es wird also eine Erleichterung der Knappschaftskasse erreicht, für welche in vielen Bergrevieren die Grubenbesitzer Beiträge zu leisten haben; Explosionen von Grubengas bewirken, abgesehen von dem bedauernswerthen Verlust von Menschenleben, Zerstörungen in den Grubenbauen, welche kostspielig zu repariren sind, so dass man allen Grund hat, ihr Auftreten oder wenigstens ihre Ansammlung zu verhindern. Dies erkennend, hat das Bergwerks-Ventilations- und Inspektionsgesetz im Staate Pennsylvania vom 3. März 1870 in Sektion VIII[43]) angeordnet, dass auf jeder Grube ein besonderer Wetteraufseher anzustellen ist, welcher die Ventilationsapparate, die Wetterstrecken, Signal- und Sprechapparate u. s. w. sorgfältig zu überwachen, vor der Schicht die Grube auf schlagende Wetter zu untersuchen, die Arbeiter vom Anfahren abzuhalten, bis jene Untersuchung vollendet oder die gefundene Gefahr beseitigt ist, nach der Schicht die Grube zu untersuchen hat, ob die Wetterthüren geschlossen sind und der Luftzug frei und ungehindert ist; auch hat dieser Aufseher

---

41) Dingler polytechn. Journal. Bd. 196. S. 513. — Glückauf. Essen. 1870. No. 39. — „Der Berggeist.“ Köln 1870. S. 257. — Oesterr. Zeitschrift für Berg- u. Hüttenwesen. Wien 1870. S. 167.

42) „Der Berggeist.“ Köln 1872. S. 317. — Oesterr. Zeitschrift für Berg- u. Hüttenwesen. Wien 1872. S. 286.

43) Glückauf. Essen 1870. Nr. 38.

Messungen über die Stärke des Wetterzuges allwöchentlich am ein- und ausziehenden Schachte, in den Strecken und vor Ort vorzunehmen. Dasselbe Gesetz bestimmt auch in Sektion III, dass in jeder Grube zwei getrennte Schächte, Stolln oder Ausgänge vorhanden und (150 Fuss) 47 Meter von einander entfernt angelegt sein müssen nicht nur weil dadurch eine nothwendige Bedingung des Wetterwechsels erfüllt wird, sondern vorzugsweise deshalb, damit nach dem Eintritt einer Explosion der Belegschaft ein sicherer Ausweg geboten ist. Nach Sektion VII des Gesetzes endlich werden bestimmte Vorschriften über die Ventilation gegeben, über die Menge der zuzuführenden Luft (vergl. oben S. 191), über die Art der Zuführungsmittel und dabei bestimmt, dass nur dicht an oder auf dem Schachte ein Wetterofen zur Erzeugung einer heissen, ausziehenden Luftsäule angelegt werden darf; endlich wird bestimmt, dass die Strecke für den einziehenden Wetterstrom keinen geringeren Querschnitt als (20 Quadratfuss) 1,97 Quadratmeter und für den ausziehenden nicht unter (25 Quadratfuss) 2,4625 Quadratmeter haben darf. Auch in England hält man das doppelte Schachtsystem für nothwendig[44]), während Simmersbach[45]) einen Schacht für ausreichend hält, wenn nur für durchgreifende Ventilation gesorgt wird, die er aber beim Vorhandensein schlagender Wetter nicht durch Wetteröfen gesichert hält, weil dieselben an und für sich Gefahren mit sich führen, die nur durch kräftige und für jedes Abbausystem besonders bestimmte Wettermaschinen als gehoben oder wenigstens verringert angesehen werden können. Auch Simmersbach fordert die Anstellung besonderer Wetter-Controlbeamten. In ähnlicher Weise spricht man sich neuerdings in Bezug auf die englischen Kohlengruben aus,[46]) wo man gleichfalls eine verschärfte Controle fordert, das Schiessen an Orten mit schlagenden Wettern gänzlich verboten oder nur unter specieller Aufsicht ausgeführt wissen will, den Wettermaschinen vor den Wetteröfen der Vorzug eingeräumt und der Vorschlag gemacht wird, beim Vorhandensein schlagender Wetter von der Anwendung getheerter Leinwand als Wetterscheider abzusehen, weil sie durch leichtere Durchdringlichkeit und Zerstörbarkeit gefährlich sind und eine geringere Lebhaftigkeit des Wetterstromes und deshalb Anhäufung schlagender Wetter vor Ort erzeugen. Die schweren Unglücksfälle auf der Steinkohlengrube Neu-Iserlohn, bei denen wahrscheinlich die Entzündung stark gespannter Grubengase in Klüften bei der Schiessarbeit die Katastrophen theilweise herbeigeführt hat, haben dem Oberbergamte zu Dortmund Veranlassung gegeben, in einer Polizeiverordnung vom 25. November 1870 für diese Grube beim Vorhandensein starker Ansammlungen schlagender Wetter in der Nähe von Arbeitspunkten oder bei der Entwickelung derselben vor dem Arbeitspunkte selbst die Schiess-

[44]) The double and single schaft systems in the Mining Journal. London, 1868. S. 418.

[45]) Simmersbach: a. a. O. Berggeist. 1869. S. 436. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1869. S. 346. [46]) Glückauf. Essen 1869. Nr. 11.

arbeit überhaupt zu verbieten, aber auch, wo schlagende Wetter nur schwach und zeitweise auftreten, dieselbe nur mittelst Stahl, Stein und nicht Flamme gebenden Zündmitteln und dann nur durch den Abtheilungssteiger oder unter dessen Verantwortung zu gestatten.[47])

Kuborn[48]) weist nach, dass in Kohlengruben trotz der besten Ventilation die Luft immerhin schädliche Bestandtheile enthält, welche allmälig nachtheilig auf den Gesundheitszustand der Arbeiter wirken, weshalb er die allergrösste Aufmerksamkeit auf diesen Gegenstand Seitens der Grubenverwaltungen fordert. Hierauf wird auch in England neuerdings grosses Gewicht gelegt, wo ein Herr Hermon einen Preis auf Mittheilung eines sicheren Mittels zur Vorbeugung der durch die schlagenden Wetter hervorgerufenen Unglücksfälle gesetzt hat[49]) und namentlich grösste Aufmerksamkeit und sorgfältige Beobachtungen empfohlen werden.[50])

Vielfach ist der Zusammenhang der Explosionen schlagender Wetter mit dem Barometerstande, d. h. mit dem Luftdruck oder den Jahreszeiten bestritten und, wenn zugegeben, sehr verschieden erklärt. Zunächst ist die Thatsache, dass ein gewisser Einfluss der Jahreszeiten stattfindet, in Belgien ziemlich festgestellt, denn in den Jahren 1820 bis 1850 hatte man, auf die einzelnen Monate und Jahre vertheilt, an Explosionen und deren Opfer:

| | | Explosionen | Verletzungen | Tödtungen | Opfer |
|---|---|---|---|---|---|
| | März | 23 | 108 | 164 | 272 |
| | April | 28 | 86 | 151 | 237 |
| | Mai | 28 | 84 | 129 | 213 |
| | Frühling | 79 | 278 | 444 | 722 |
| | Juni | 20 | 56 | 125 | 181 |
| | Juli | 19 | 86 | 26 | 112 |
| | August | 20 | 80 | 95 | 175 |
| | Sommer | 59 | 222 | 246 | 468 |
| Frühling und | Sommer | 138 | 500 | 690 | 1190 |
| | September | 14 | 48 | 13 | 61 |
| | October | 6 | 22 | — | 22 |
| | November | 17 | 78 | 49 | 127 |
| | Herbst | 37 | 148 | 62 | 210 |
| | December | 18 | 67 | 56 | 123 |
| | Januar | 12 | 34 | 15 | 49 |
| | Februar | 11 | 39 | 13 | 52 |
| | Winter | 41 | 140 | 84 | 224 |
| Herbst und | Winter | 78 | 288 | 146 | 434 |
| im | Ganzen | 216 | 788 | 836 | 1624 |

[47]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 19. B. S. 25.
[48]) Kuborn a. a. O. p. 31.
[49]) The Mining Journal. London 1872. p. 109. 345. 482.
[50]) Ebenda. p. 133. 606.

Nach Procenten vertheilt ergeben sich auf den:

| | Explosionen | Verletzungen | Tödtungen | Opfer |
|---|---|---|---|---|
| Frühling | 36,57 | 35,28 | 53,11 | 44,46 |
| Sommer | 27,31 | 28,17 | 29,42 | 28,82 |
| Herbst | 17,13 | 18,78 | 7,43 | 12,93 |
| Winter | 18,98 | 17,77 | 10,14 | 13,79 |

Nach Dove[51]) fällt im mittleren und westlichen Europa das Barometer vom December bis Januar, den entschiedenen Wintermonaten, continuirlich nach dem Frühling hin, erreicht seinen tiefsten Stand in der Regel im April; ein zweites Maximum, weniger hoch als im December, tritt im September und ein zweites Minimum, weniger tief als im April, im November ein. Nach vorstehender Tabelle wären am tödtlichsten die Monate März, April, Mai, wo das Barometer am niedrigsten steht, am wenigsten tödtlich die Monate September und October, was also einigermassen dem Barometerstande entsprechen möchte. Dagegen hat man in England von 1743 bis 1849, also in 107 Jahren, im

| | | | |
|---|---|---|---|
| März | 12 | Explosionen | Frühling 41 |
| April | 17 | " | |
| Mai | 12 | " | |
| Juni | 25 | " | Sommer 61 |
| Juli | 18 | " | |
| August | 18 | " | |
| September | 20 | " | Herbst 77 |
| October | 29 | " | |
| November | 28 | " | |
| December | 29 | " | Winter 40 |
| Januar | 7 | " | |
| Februar | 4 | " | |

Für Herbst und Winter hat man hier also 117 Explosionen, für Frühling und Sommer 102, was also ein entgegengesetztes Resultat wie in Belgien ergibt; die Zunahme der Explosionen im Sommer und Herbst auf den englischen Gruben will man dadurch erklären, dass vom Juli bis December der Export und daher die Kohlengewinnung am lebhaftesten ist. Auch die grosse Explosion schlagender Wetter auf der Grube Neu-Iserlohn in Westfalen im Januar 1868 stimmt nicht mit den Wahrnehmungen in Belgien überein, so dass man annehmen muss, dass, wenn man dem Luftdruck überhaupt einen Einfluss auf das grössere oder geringere Hervortreten schlagender Wetter einräumt, locale Schwankungen im Barometerstande an den betreffenden Tagen eingetreten sein müssen.

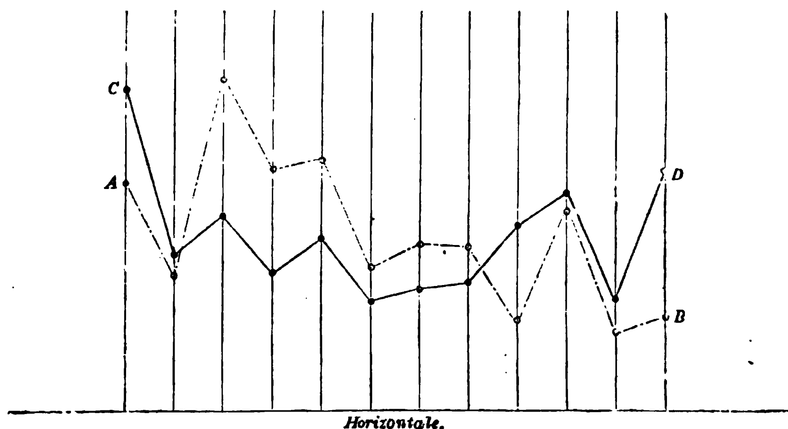
Die sehr interessanten Zusammenstellungen über die Explosionen schlagender Wetter auf den westphälischen Gruben[52]) in den Jahren 1852

[51]) Monatsberichte der Königl. Preuss. Akademie der Wissenschaften zu Berlin. Aus dem Jahre 1860. S. 646.

[52]) Glückauf. Essen 1871. Nr. 35.

bis 1869 geben keine Gelegenheit, definitive Schlüsse über den Einfluss des erhöhten oder verminderten Luftdrucks der Atmosphäre auf die Ansammlung schlagender Wetter in der Grube zu ziehen. Nach der folgenden graphischen Darstellung, Fig. 427, worin die Linie A B die Zahl der während jener Jahre in jedem einzelnen Monate vorgekommenen Unglücksfälle, die Linie C D die mittleren monatlichen Barometerstände bezeichnet, hat beispielsweise die geringste Zahl Unglücksfälle im Monat November beim niedrigsten Barometerstande stattgefunden, während die Maxima der Unglücksfälle in den Monaten März, April, Mai keineswegs mit den niedrigsten Baromoterständen zusammenfallen und der Monat Januar neben dem höchsten Barometerstande sogar eine hervorragende Zahl von Unglücksfällen nachweist. Die Beobachtungen müssen jedenfalls fortgesetzt werden. Scott und Galloway theilen ähnliche Beobachtungen aus den Jahren 1868, 1869 und 1870 über England mit, wo sie gefunden haben, dass von 525 Explosionen in den drei Jahren 49 Procent mit der Störung des Luftdrucks, 22 Procent mit abnormer, hoher Temperatur in Verbindung zu bringen sind, während 29 Procent nicht auf eine atmosphärische Einwirkung zurückgeführt werden können.[53])

Fig. 427.




Die Wichtigkeit fortlaufender Barometerbeobachtungen, so wie solcher der Temperatur, der Feuchtigkeit der Luft, der Richtung und Stärke des Windes wird vom Ministerialrath von Hingenau in Wien mit Recht hervorgehoben, weil durch jede noch so geringe Abweichung von dem regelmässigen Stande der Instrumente die Betriebsleitung und die Aufsichtsbeamten auf irgend eine Unregelmässigkeit in der Wettercirculation aufmerksam gemacht und zur Aufsuchung der Veranlassung und deren

[53]) Der Naturforscher. Berlin 1872. S. 220.

Beseitigung veranlasst werden.[54]) Auf den Gruben (früher dem Freiherrn von Rothschild gehörig) zu Mährisch-Ostrau wurden auf Veranlassung des Bergrath Andrée durch den Betriebsleiter Schlehan deshalb auch schon seit 1868 ganz regelmässige Beobachtungen der meteorologischen Instrumente über und unter Tage gemacht und in Anotationsbüchern verzeichnet, dabei auch der Eintritt von Gasexplosionen notirt, um deren Zusammenhang mit der Beschaffenheit der äusseren Luft zu constatiren.[55]) Dabei hat sich herausgestellt, das alle Explosionen mit einem Sinken des Barometerstandes zusammenfallen und deshalb dem Luftdruck besondere Aufmerksamkeit zugewendet werden muss. Die constatirten Explosionen fallen in die Monate Mai, Juli und August, was also mit den Beobachtungen der Belgier übereinstimmt, wonach der meteorologische Frühling und Sommer am gefährlichsten für Gruben mit schlagenden Wettern gehalten wird.

Auch Kuborn[56]) empfiehlt Barometerbeobachtungen, indem er dem Luftdruck besonderen Einfluss auf den Gesundheitszustand der Arbeiter zuspricht. Während die Franzosen behaupten, dass der Luftdruck in der Grube stärker sei, als über Tage, hat Kuborn das Gegentheil beobachtet, indem er bei einem Stande des Barometers über Tage von $697\frac{1}{2}$ Millimeter einen solchen in den Abbauen von 692 Millimeter und in dem ausziehenden Wetterstrom von 691 Millimeter gefunden hat.

Auch in England wird den Beobachtungen des Barometers und der Relation des Luftdrucks mit der Entwicklung, beziehungsweise dem Austritt schlagender Wetter verschärfte Wichtigkeit beigelegt.[57])

### C. Natürlicher Wetterwechsel.

Der Wetterzug beruht, wie jede Bewegung, auf dem Vorhandensein einer Störung im Gleichgewicht der bewegten Massen, hier der Luft, und auf deren Bestreben, sich wiederum ins Gleichgewicht zu setzen; diese Störung ist hier gegeben durch die verschiedene specifische Dichtigkeit der Luftmassen.

Bei dem natürlichen Wetterzuge wird diese Verschiedenheit zunächst und wesentlich hervorgebracht durch den Unterschied der Temperatur über Tage gegen die in der Grube. Die täglichen und monatlichen Schwankungen in der Lufttemperatur dringen nicht tief in den Erdboden ein, indem in einer gewissen Tiefe, welche nach der Bodenart verschieden ist und zwischen (60 und 100 Fuss) 18 und 30 Meter schwankt, eine constante Temperatur sich findet, welche mit der mittleren Jahrestemperatur übereinstimmt und von der aus eine Zunahme von 1 Grad Celsius auf ungefähr (100 Fuss) 30 Meter grössere Tiefe eintritt.

---

[54]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1869. S. 281.
[55]) Ebenda, 1869. S. 345. Jahrg. 1870. S. 17.
[56]) Kuborn: a. a. O. p. 27. 117.
[57]) The Mining Journal. London 1868. p. 782.

Für Berlin beträgt die mittlere Jahrestemperatur 8,6 Grad Celsius, die mittlere Temperatur im Winter (December, Januar, Febr.) — 0,7 bis 0,8 Grad, im Frühling 8,0 bis 8,4 Grad, im Sommer 17,3 bis 17,6 Grad, im Herbst 8,8 bis 9,1 Grad, die mittlere Temperatur des kältesten Monats Januar — 2,4 bis — 3,1 Grad, des wärmsten Monats Juli 18,0 bis 18,3 Grad.

In mittleren geographischen Breiten wird daher, wenn man zunächst nur die Gesteinswärme in Betracht zieht, in einer nahe dem constanten Niveau bauenden Grube die Luft im Sommer kälter, im Winter wärmer sein, als die über Tage und zwar bei dem hier gewählten Beispiel mit nahezu gleicher Differenz. Aehnlich wird es in unseren Breiten auch in tieferen Gruben sein, aber mit verschiedener Vertheilung der Differenzen gegen die Mittelwerthe über Tage. Nimmt man Berlin weiter als Beispiel, so findet sich das constante, der mittleren Jahrestemperatur entsprechende Niveau bei (80 Fuss) 25 Meter Tiefe; in einer Grube von (680 Fuss oder 102 Lachter) 210 Meter Tiefe beträgt demnach die Gesteintemperatur 8,6 + 6 = 14,6 Grad Celsius, die Differenz also

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| gegen die mittlere | Wintertemperatur | + 15,3 | bis | 15,4 | Grad. |
| „ „ „ | Frühlingstemperatur | + 6,6 | „ | 6,2 | „ |
| „ „ „ | Sommertemperatur | — 2,7 | „ | 3,0 | „ |
| „ „ „ | Herbsttemperatur | + 5,8 | „ | 5,5 | „ |
| „ „ „ | Januartemperatur | + 17,0 | „ | 17,7 | „ |
| „ „ „ | Julitemperatur | — 3,4 | „ | 3,7 | „ |

Hiernach wird die Stärke des Wetterzuges, das Bestreben zur Herstellung des Gleichgewichts in den verschiedenen Jahreszeiten und ferner in flachen und tiefen Gruben sehr verschieden sein, in den Uebergangszeiten, wo die Temperatur der tiefen Gesteinschichten mit der über Tage nahe übereinstimmt, wird keine Ausgleichung erforderlich, also ein Stocken des Wetterzuges eintreten. In südlichen Gegenden mit höherer mittlerer Temperatur und weniger grossen Extremen gestaltet sich das Verhältniss selbstredend etwas anders.

Die Grubenluft hat aber selten oder nie die Temperatur des Gesteins, beziehungsweise die dieser Temperatur entsprechende Dichtigkeit, indem die Temperatur der Luft durch verschiedene Ursachen erhöht, also die Dichtigkeit vermindert wird; dahin gehört: Entwicklung von Wärme in Folge des Athmens der Arbeiter, des Brennens der Lichter, der Zersetzung von Mineralien, Einmengung von specifisch leichteren Gasen, z. B. Grubengas, auch von einem Uebermass von Stickstoff. Wasserdunst ist nach der Entstehung leichter, als die Luft, bei seiner Bildung bindet er aber zunächst Wärme, so dass Wasser je nach den Umständen förderlich oder hemmend für den Zug sein kann. Dem Zug entgegenwirken abkühlende Ursachen, so wie die Einmengung schwererer Gasarten, wie Kohlensäure.

Durch die verschiedene Dichtigkeit der Tages- und Grubenluft wird bereits Wetterwechsel in einem Grubenbaue hervorgerufen, der nur an

einer Stelle mit dem Tage communicirt, z. B. in einem Schachte von hinreichender Weite; der Wechsel ist im Winter gut, wobei die äussere, kältere Luft gewöhnlich an den Stössen des Schachtes herabsinkt, die wärmere Grubenluft in der Mitte auszieht, was durch Vorhandensein von Wassern, also Abkühlung der Schachtstösse, befördert, durch Grubengas vermindert wird; im Sommer dagegen ist in solchen Betrieben der Wetterwechsel sehr ungenügend, weil die Temperaturverschiedenheit über Tage und im Schachttiefsten nur gering ist. Eine Stollnstrecke, welche nur am Mundloch mit dem Tage in Verbindung steht, hat gewöhnlich im Winter auf der Sohle einfallenden, an der Firste ausziehenden Wetterstrom, im Sommer umgekehrt; fliessen auf der Sohle Wasser ab, so kommen diese durch Abkühlung zu Hilfe.

Ein regelmässiger Wetterwechsel ist aber auch in solchen Fällen nur durch Trennung der beiden Luftmassen möglich, was mittelst Scheider geschieht, von deren Construktion später gesprochen werden wird. Ueberhaupt ist als Princip aufzustellen, dass zum guten Wetterwechsel zwei getrennte Luftsäulen verschiedener Dichtigkeit nothwendig sind.

Die Verhältnisse des natürlichen Wetterzuges sind aber besser zu übersehen, wenn man das Wechseln zwischen einem Stolln und einem Schacht, also Tagesöffnungen von verschiedenem Niveau betrachtet. Der Stolln zieht im Winter ein, weil dort die schwerere Luftsäule lastet, im Sommer aus, weil dieselbe dann leichter ist, so dass der im Winter ausziehende Schacht im Sommer einzieht; zwischen beiden Jahreszeiten finden sich dann Perioden des Stockens und des Umsetzens im Wege der Wetter. Uebrigens ist in unseren Breiten im Winter der Zug stärker, als im Sommer, weil die Temperaturdifferenz im Winter grösser ist.

Aehnlich wechseln zwei Schächte nach Massgabe der Niveauverhältnisse der Hängebänke. Bei zwei Schächten von gleichem Niveau dagegen ist zunächst kein Grund zu einer Bewegung vorhanden; ist aber die äussere Luft kälter, als die im Innern der Grube und auf irgend welche Weise einmal Bewegung nach dieser oder jener Seite hervorgerufen, so bleibt dieselbe bestehen, wenn auch der wirkende Anstoss aufhört, da in den einen Schacht kalte Luft nachdrückt, während der andere mit warmer erfüllt bleibt. Wenn aber die äussere Luft wärmer ist, so hört die Bewegung bald wieder auf, weil dieselbe, specifisch leichter, in den einziehenden Schacht tritt.

Die aus der wechselnden, von verschiedener Temperatur herrührenden Dichtigkeit entspringende bewegende Kraft lässt sich berechnen, wenn von Nebenhindernissen abgesehen wird. Sei

T die Temperatur der äusseren Luft, t die der Luft in der Grube,

a Ausdehnungscoefficient = 0,003655 nach Magnus und Regnault, 0,00375 nach Gay Lussac,

H Tiefe des Schachtes bis zum Stolln,

M der Atmosphärendruck,
T kleiner als t.

Alsdann steht über dem Stollnmundloch eine Luftsäule

$$P = M + H \text{ von } T \text{ Temperatur,}$$

im Schachte dagegen ist der Druck

$$P_1 = M + H \cdot \frac{1 + aT}{1 + at} \text{ von } T \text{ Temperatur,}$$

mithin der Ueberschuss auf der Seite des Stollnmundlochs

$$P - P_1 = H - H \cdot \frac{1 + aT}{1 + at} = H\left(1 - \frac{1 + aT}{1 + at}\right) = H \cdot a \cdot \frac{t - T}{1 + at}$$

Da bei einem Druck P die Geschwindigkeit ist

$$v = \sqrt{2gP}$$

so wird die kalte Luft eingesaugt werden mit der Geschwindigkeit

$$v = \sqrt{2g \cdot H \cdot a \frac{t - T}{1 + at}}$$

Diese Berechnung ist auf die Angabe von Péclet[58]) gegründet, dagegen drückt Ponson[59]) die Druckhöhe in t Temperatur aus, wobei man hat:

$$x : H = 1 + at : 1 + aT$$

$$x = H \cdot \frac{1 + at}{1 + aT}$$

$$P_1 - P = H \cdot \frac{1 + at}{1 + aT} - H = H \cdot a \cdot \frac{t - T}{1 + aT}$$

und demnach die Geschwindigkeit

$$v = \sqrt{2gHa \frac{t - T}{1 + aT}}$$

Die Menge der einströmenden Luft beträgt dann, wenn A der Querschnitt des Stollns, beziehungsweise des Schachtes ist

$$Q = A\, v.$$

Für zwei Schächte tritt an die Stelle von H die Niveaudifferenz der beiden Hängebänke.

Aus diesen Formeln ergeben sich allgemeinere Folgerungen ohne Rücksicht auf die Widerstände:

1. die Mengen der einströmenden Luft sind proportional den Geschwindigkeiten,
2. die Geschwindigkeiten sind proportional
   a) den Quadratwurzeln aus den Tiefen,
   b) den Quadratwurzeln aus den Temperaturdifferenzen über Tage und im Tiefsten der Grubenbaue.

---

58) Péclet über die Wärme und ihre Anwendung. Deutsch von Dr. C. Hartmann. 1860. Bd. I. S. 157. 164.

59) Ponson: traité de l'exploitation des mines de houille. t. II. p. 37. — Combes: traité de l'exploitation des mines. t. II. p. 406.

Die Reibung verzehrt einen Theil der Druckhöhe, welcher nach d'Aubisson beträgt

$$\frac{M}{g} \cdot \frac{P}{A} \cdot L\, v^2$$

worin bezeichnet:

M Erfahrungscoefficient (nach d'Aubisson ungefähr 0,003 Meter oder 1,38 Linien),

A den Querschnitt des Schachtes oder Stollns,

P den Umfang desselben,

L die Länge des Weges.

Ausserdem wird ein Theil der Druckhöhe verzehrt beim jedesmaligen Uebertritt in einen engeren Raum; ist dessen Querschnitt a, geht die Bewegung seit längerer Zeit und unter constanter Pressung vor sich, so wird die neue Geschwindigkeit

$$v_1 = v \cdot \frac{a}{A}$$

nahe sein und theoretisch die verbrauchte Kraft sich durch den Unterschied der Geschwindigkeitshöhen bestimmen lassen zu

$$\frac{v_1^2 - v^2}{2\,g} = -\frac{v^2 \frac{a^2}{A^2} - v^2}{2\,g} = v^2 \cdot \frac{a^2 - A^2}{2\,g\,A^2}$$

wobei praktisch wegen der stattfindenden Contraktion ein Coefficient $\mu$ zuzugeben sein wird.[60])

Für einen gegebenen Fall würden sämmtliche Widerstände addirt durch die Druckhöhe h aufgewogen werden müssen; wird hier der Einfachheit wegen nur die Reibung berücksichtigt, so hätte man also

$$h = \frac{M}{g} \cdot \frac{P}{A} \cdot L\, v^2$$

$$v = \sqrt{2\,g\,h \frac{1}{2\,M} \cdot \frac{A}{P} \cdot \frac{1}{L}}$$

Die Geschwindigkeit ist demnach

1. proportional der Quadratwurzel aus dem Verhältniss zwischen Fläche und Umfang, bei gleichem Inhalt verschieden gestalteter Querschnitte also proportional deren Umfang, so dass für den Wetterzug die Kreisform die vortheilhafteste ist,[61])

2. umgekehrt proportional der Quadratwurzel aus den Längen des Wetterweges.

Die angegebenen Formeln sollen nur die Beziehungen der gegebenen Verhältnisse zum Wetterzuge veranschaulichen, sie haben keinen praktischen Werth. Eine vollständige Theorie findet sich in Traité complet de l'aérage des mines von Combes.

---

[60]) Combes a. a. O. t. II. p. 335.

[61]) The Mining Journal. London 1868. p. 782.

Es gibt Mittel, dem natürlichen Wetterzuge zu Hilfe zu kommen:

1. Geschickte Anlage der Oeffnungen, welche von Zeit zu Zeit zu wechseln, um möglichst grosse Niveau- und Temperaturdifferenzen zu erlangen, was fast nur bei Stollngruben durchführbar, bei diesen aber sehr wichtig ist;

2. Benutzen des Windes durch Anbringen von Wetterhüten, drehbaren Verschlägen, welche sich nach dem Winde drehen, wobei darauf zu achten ist, ob der Schacht auszieht oder einfällt; dies ist nur in beschränktem Masse anwendbar, auch nur auf Stollngruben;

3. Vergrösserung der Niveaudifferenz durch Erhöhen der einen Oeffnung, welche Massregel gewissermassen schon in die künstliche Belebung des Wetterstromes hinüberführt. Viel ist dieses Mittel angewendet im Kleinen bei Tagesüberhauen auf Stollngruben durch Aufsetzen von Wetterlutten, wobei aber oft zugleich und mehr der Zweck vorliegt, das Ueberhauen an der Tagesoberfläche zu sichern. Im Grossen wendet man Wetterthürme an, namentlich vielfach in der Gegend von Lüttich,[62]) wo man über dem ausziehenden Schacht als Verlängerung desselben gemauerte Essen von oft über 50 Meter Höhe anbringt. Auch bei uns z. B. im Siegerlande findet man solche Essen im Kleinen für den Betrieb von Stollnstrecken angewendet, wo sie aber meist bald mit einem Wetterofen verbunden werden; der Stolln hat in diesem Falle verdecktes Tragwerk, die Esse communicirt mit dem Fahrraum der Strecke und steht in der Nähe des Mundlochs. Auf den belgischen Schächten ist die Wirkung des gemauerten Thurms um so geringer, je tiefer der Schacht; nimmt man die Tiefe zu 200 Meter an und setzt voraus, dass die Temperatur im Thurm wirklich gleich der im Schachte bleibt, was nicht genau der Wirklichkeit entspricht, da durch die Essenwände Abkühlung eintritt, so hat man

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| bei Thürmen von | 20 | 30 | 40 | 50 | Meter Höhe, |
| die ganze Tiefe zu | 220 | 230 | 240 | 250 | Meter. |

Die Geschwindigkeiten, beziehungsweise bei demselben Querschnitt die Luftmengen drücken sich durch die Verhältnisszahlen der Quadratwurzeln aus, nämlich

$$\sqrt{200} : \sqrt{220} : \sqrt{230} : \sqrt{240} : \sqrt{250} \text{ oder}$$
$$14{,}1 : 14{,}8 : 15{,}2 : 15{,}5 : 15{,}8$$

bei dem 50 Meter hohen Thurme findet also eine Zunahme von

$$\frac{15{,}8-14{,}1}{14{,}1} = \frac{17}{141} \text{ oder weniger als } \frac{1}{8}.$$

statt.

Hat man Schächte in Tiefen von

100 150 200 300 Meter,

[62]) Ponson a. a. O. t. II. p. 72.

so sind die Geschwindigkeiten und Luftmengen relativ

10 12,2 14,1 17,2

mit einem 50 Meter hohen Thurm werden die Tiefen

150 200 250 350 Meter

und die Geschwindigkeiten und Luftmengen relativ

12,2 14,1 15,8 18,7

so dass die Vermehrung beträgt

$$\frac{12{,}2-10}{10} \quad \frac{14{,}1-12{,}2}{12{,}2} \quad \frac{15{,}8-14{,}1}{14{,}1} \quad \frac{18{,}7-17{,}2}{17{,}2}$$

oder circa $\frac{1}{5} \quad \frac{1}{6} \quad \frac{1}{8} \quad \frac{1}{11}$

demnach also in der That die Wirkung um so geringer wird, je tiefer die Schächte; die Wirkung ist überhaupt wenig fühlbar, wenn die Höhe des Thurms nicht über $^{1}/_{4}$ der Tiefe des Schachtes ausmacht. Hierzu kommt die Kostspieligkeit, ferner die Nothwendigkeit, den Querschnitt des Schachtes im Thurme beizubehalten, da enge Thürme selbst von entgegengesetzter Wirkung sein könnten, hierdurch wird der Schacht für andere Zwecke unbenutzbar, so dass die Einrichtung im Allgemeinen nicht zu empfehlen ist.

Auf die Beobachtung der Temperatur ist wegen der Wetterführung grosser Werth zu legen. Kuborn[63]) beobachtete bei einer äussern Temperatur von 12 Grad Celsius im Schachttiefsten, ohne die Tiefe des Schachtes anzugeben, 18 Grad, in den Abbauen 26 Grad, was darauf hindeutet, dass der Wetterwechsel ein sehr lebhafter nicht war. Wie nachtheilig die hohe Erwärmung der Luft auf den Arbeiter wirkt, geht daraus hervor, dass das Athmen der Lunge, welches gewöhnlich 20 bis 21 Mal in der Minute erfolgt, sich nach nur halbstündigem Aufenthalt in der Grube auf 26 Mal steigerte.

In England sind durch Hopkins und Fairbairn in verschiedenen tiefen Schächten während des Abteufens Beobachtungen über die Gesteinswärme gemacht worden.[64]) Auf der Dunkinfield Colliery in Cheshire hatte man in der Tiefe von 213 bis 405 Meter eine Zunahme von 1 Grad Celsius auf 35,661 Meter gefunden; bei einer Tiefe von 655 Meter fand man eine Temperatur von 24 Grad Celsius, also eine Zunahme von 1 Grad auf 48,148 Meter. — Auf der Rose Bridge Colliery bei Wigan fand man bei 548 Meter Tiefe eine Temperatur von $22^{1}/_{4}$ Grad Celsius oder eine Zunahme von 1 Grad auf 33,740 Meter; bei der Tiefe von 739 Meter beobachtete man $34^{1}/_{8}$ Grad Celsius oder eine Zunahme von 1 Grad auf 29,944 Meter.

---

[63]) Kuborn a. a. O. S. 117.

[64]) Glückauf. Essen 1870. Nr. 39.

## D. Verfahren und Instrumente zum Messen der Geschwindigkeit des Wetterzuges und der Wettermengen.

Die Messung der Geschwindigkeit im Wetterzuge und die daraus resultirende Ermittelung der Wettermengen ist von der allergrössten Wichtigkeit, besonders für Gruben mit künstlichem Wetterzuge, speciell für Steinkohlengruben mit schlagenden Wettern, indem man dadurch eine Controle darüber erlangt, ob das erfahrungsmässig als nothwendig festgestellte Wetterquantum durch die Grubenbaue wirklich durchgeht.

1. Das einfachste Mittel ist das Befahren einer Strecke von abgemessener Länge mit offener Flamme in der Richtung des Zuges und zwar mit solcher Geschwindigkeit, dass die Flamme nicht gebeugt wird, sondern vertikal bleibt; hierbei beobachtet man die Zeit nach der Sekundenuhr, welche zum Durchmessen des Raumes nothwendig ist, und welche mit der Geschwindigkeit des Wetterzuges übereinstimmt. Das Mittel aus zwei bis drei hinter einander wiederholten Beobachtungen genügt für die tägliche Controle, doch lässt sich das Verfahren bei grosser Geschwindigkeit des Wetterzuges nur schlecht anwenden.

2. Das Abbrennen von Pulver oder Schwamm, sowie das Ausstreuen von leichten Flocken, welche, wie der Dampf des abgebrannten Pulvers u. s. w. von dem Wetterzuge mitgenommen werden, zeigt die Geschwindigkeit dadurch an, dass eine bestimmt abgemessene Streckenlänge in einer zu beobachtenden Zeit von dem Dampf u. s. w. durchlaufen wird. Das Verfahren setzt regelmässige Strecken voraus, damit man am Beobachtungspunkt den Anfangspunkt der Dampfbewegung sehen kann; es kann gut nur im rückkehrenden Wetterstrom angewendet werden und ist daher unter Umständen gefährlich. Nach Jochams ist dasselbe ausserdem ungenau, denn da die Luftgeschwindigkeit in den verschiedenen Theilen des Streckenquerschnitts nicht gleich gross ist, so folgen die leichten Theile, deren Bewegung beobachtet werden soll, dem schnellsten Luftfaden, die Erscheinung schneidet nicht scharf ab und je nachdem man nun die Zeit des Anlangens beobachtet oder das Mittel aus Anlangen und Verschwinden nimmt, erlangt man im ersten Falle zu grosse, im andern zu kleine Geschwindigkeit. In England wird übrigens diese Methode sehr vielfach angewendet.[65])

Wo grössere Genauigkeit gefördert wird, dienen zum Messen Anemometer und zwar entweder Pendelanemometer (de Henaut, Dickinson), entsprechend dem Stromquadranten, oder Flügelanemometer (Combes, Biram), dem Woltmann'schen Flügel nachgebildet.

---

[65]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen: Herold Bd. 3. B. S. 63. 65; Serlo, v. Rohr, Engelhardt Bd. 10. B. S. 49. — Dejaer u. Fischer in berg- u. hüttenm. Zeitg. v. Bornemann u. Kerl. Freiberg 1861. S. 94.

3. Das Anemometer von de Henaut[66]) besteht aus einem Pendel welches unten mit einer hohlen Kugel und oberhalb der Schneiden, welche die Achse bilden, mit verschiebbaren Linsen als Gegengewicht versehen ist; das Pendel hängt im Mittelpunkt eines ungetheilten Quadranten, an welchem sich ein an der Pendelstange befestigter Nonius bewegt, so dass man den Ausschlagswinkel, um welchen die Pendelkugel durch den Wetterzug gehoben wird, beobachten kann. Eine Libelle dient zum richtigen Aufstellen des Quadranten. Nach dem Ausschlagswinkel berechnet man mittelst einer empirischen Formel die lineare Geschwindigkeit des Wetterstromes, indem man eine Constante in die Formel einführt und findet

$$v = 0{,}05\ N$$

wo v die Geschwindigkeit in Metern und N den Ausschlagswinkel in Graden bezeichnet.

4. Das Anemometer von Dickinson[67]) wird in der Gegend von Manchester viel gebraucht. In einem Rahmen a (Fig. 428 und 429) hängt ein zweiter Rahmen b, um die gekörnten Zapfen cc drehbar und durch die Kugel f abbalancirt, der innere Rahmen ist mit Taffet überspannt; das

Fig. 428.

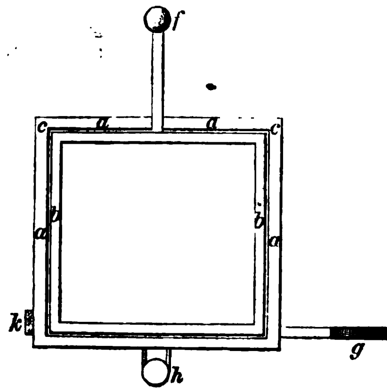
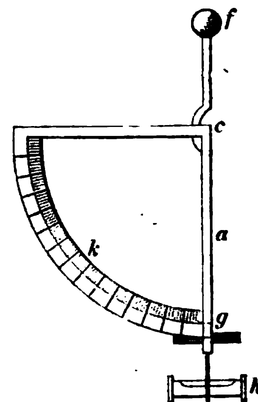



Fig. 429.




Instrument wird an der Handhabe g mit Hilfe der Libelle h in der Mitte der Strecke aufrecht gehalten, so dass der Wetterstrom den innern Rahmen hebt, dessen Ausschlag an dem Quadranten k abgelesen werden kann. Der Apparat kann leicht zusammengelegt und in einem Kasten transportirt werden. Das Instrument ist sehr beweglich und daher schon bei geringen Geschwindigkeiten anwendbar, aber das Ablesen ist schwierig. Dasselbe wird auf den Steinkohlengruben bei Mährisch-Ostrau durch die Gruben-

[66]) Ponson a. a. O. t. II. p. 57.

[67]) Serlo, v. Rohr, Engelhardt a. a. O. Bd. 10. B. S. 50. — Dejaer u. Fischer a. a. O. S. 94.

beamten benutzt, welche täglich dreimal damit Beobachtungen an bestimmten Stellen der Grube machen und in ein Anotationsbuch eintragen müssen, um jede Abweichung in der Geschwindigkeit der Wetter schnell constatiren zu können.[68])

5. Das Anemometer von Combes[69]) besteht aus einer Welle mit 4 ebenen Flügeln aus Rauschgold, welche über einen leichten Rahmen gespannt und gegen die zur Achse senkrechte Ebene um etwa 30 Grad geneigt sind; mittelst einer Schraube ohne Ende, zu welcher die Mitte der Achse angeschnitten ist, findet eine Uebertragung der Bewegung auf ein Räder- und Zählwerk statt; die Welle kann zweckmässiger Weise arretirt werden. Das Beobachten der Zeit, in welcher die Bewegung des Flügelrades stattfindet, erfolgt mittelst Sekundenuhr. Die Geschwindigkeit wird berechnet nach der Formel

$$v = a\,n + b$$

worin v die Geschwindigkeit in Meter, n die Anzahl der Umdrehungen in einer Sekunde, a und b Constanten sind, welche für jedes einzelne Instrument besonders bestimmt werden müssen und für Temperaturen zwischen 10 und 30 Grad Celsius als unveränderlich angesehen werden können.

Für sein erstes Instrument bestimmte Combes die Constanten in der Formel

$$v = 0{,}0916\,n + 0{,}2578$$

aus einer Reihe von Beobachtungen mittelst der Methode der kleinsten Quadrate, indem er das Instrument auf eine unbiegsame Stange von 1 Meter Länge stellt, welche durch ein Uhrwerk oder durch ein sonstiges Mittel in Drehung versetzt wird. Savary durchschreitet mit dem Instrument in der Hand einen langen Saal, in welchem die Luft nicht bewegt ist und beobachtet die Zahl der Umdrehungen, wobei er dieselben Constanten, wie Combes nach der ersten Weise, gefunden hat. In weiten Strecken muss man das Instrument — und dies gilt von allen Anemometern — an verschiedenen Stellen des Querschnitts aufstellen und das Mittel aus den Beobachtungen nehmen, um v zu finden. Das Anemometer von Combes wird in Frankreich und Belgien gebraucht.

6. Das Anemometer von Biram[70]) ist ein Flügelrad von (12 Zoll) 31 Centimeter Durchmesser mit 12 windschiefen Flügeln, deren Projektion eine Kreisscheibe bildet; die Flügel bestehen entweder aus gummirtem Taffet, welcher über einen Ring von Kupfer oder Messing gespannt ist, oder auch wohl aus Blech, wie besonders bei den kleineren patentirten Instrumenten, welche nur (6 Zoll) 16 Centimeter Durchmesser haben. Die Apparate haben keine Arretirung, sie stehen mit einem Zählwerk in Ver-

[68]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1870. S. 18.

[69]) Combes a. a. O. t. II. p. 565. — Annales des mines. 3. Série. t. XIII. p. 103.

[70]) Busse: Notizen über den Steinkohlenbergbau Englands in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 6. B. S. 91. — Dejaer u. Fischer a. a. O. S. 94.

bindung, welches aber bei den englischen so abgestimmt ist, dass im Allgemeinen der Zeiger der ersten Scheibe, welche, wie alle anderen, 10 Ziffern enthält, um eine Zahl fortrückt, wenn die Drehung des Rades einer Durchgangsgeschwindigkeit der Wetter von 3 Meter in der Sekunde entspricht. Ueberhaupt sind die Instrumente so justirt, dass sie nicht die Umdrehungszahlen, sondern den Weg angeben, welchen ein Lufttheilchen zurücklegen würde, wenn es sich mit der Geschwindigkeit fortbewegte, mit welcher es durch das Rad ging. Durch Division der abgelesenen Zahlen mit der verflossenen Zeit in Sekunden erhält man also die Geschwindigkeit, welche man jedoch wegen der stattfindenden Reibung corrigiren muss, wozu Tabellen anzulegen sind. Die grösseren Apparate dienen gewöhnlich zur Controle, die kleineren zu täglichen Beobachtungen. In Deutschland hat man es vorgezogen, Biram'sche Anemometer beim Gebrauch nach einer Formel, ähnlich der von Combes, zu justiren, deren Constanten durch eine Reihe von Versuchen festgestellt werden muss, wie z. B. Cossmann die Formel für den von ihm benutzten, durch den Mechaniker Groten in Elberfeld angefertigten Anemometer[71]) bestimmte zu

$$v = 0{,}454 + 0{,}8313\ U + 0{,}008\ U^2$$

worin v die Geschwindigkeit in Sekunden, U die Anzahl der Umdrehungen in einer Sekunde bezeichnet.

Das Justiren der Biram'schen Anemometer erfolgt ähnlich wie bei Combes, in England benutzt man dazu die Vergleichung mit der aus der Bewegung des Pulverdampfes ermittelten Geschwindigkeit.

7. Von Neuman ist ein Anemometer construirt, welches dem von Combes sehr ähnelt, nur dass die an demselben befindlichen Flügelräder statt aus Messing aus Glimmer gefertigt sind. Dasselbe ist sehr subtil und eignet sich zur Benutzung in Grubenräumen wenig, wie auch Versuche auf der Steinkohlengrube Rhein-Elbe in Westfalen nachgewiesen haben, wo bei einer Geschwindigkeit des Wetterstromes von 4 Meter in der Sekunde schon die Glimmerflügel mit dem messingenen Flügelarm abgerissen wurden.[72])

8. Zum Messen der bewegenden Druckhöhe der Luft sind Manometer brauchbar, deren Füllung in der Regel Wasser ist.[73]) Man bedient sich einer U förmigen Röhre (watergauge) von Glas mit etwa (6 Zoll) 16 Centimeter langen Schenkeln, von denen der eine mit einem Messinghut versehen ist, an dem sich ein kleines Messingrohr befindet, zwischen den Sckenkeln ist eine in Centimeter und Millimeter getheilte Scala angebracht Beim Gebrauche wird die Glasröhre bis zu beliebiger Höhe mit Wasser gefüllt, in dieser die Scala mit ihrem Nullpunkt eingestellt und das Messingrohr in ein gebohrtes Loch der Wetterthür, welche einfallenden und aus-

---

[71]) Cossmann: in Berggeist 1860. S. 659.
[72]) Glückauf. Essen 1869. Nr. 8.
[73]) Serlo, v. Rohr, Engelhardt a. a. O. Bd. 10. B. S. 50.

ziehenden Wetterstrom trennt, luftdicht eingelassen. Im Allgemeinen ergeben die Beobachtungen eine Differenz von ($1^1/_2$ bis 2 Zoll) 39 bis 52 Millimeter Wassersäule.

Anemometer und Manometer ergänzen einander, wenn es sich darum handelt, die bei der Wetterführung geleistete nützliche Arbeit zu bestimmen, was namentlich bei der Ventilation mittelst Maschinen von Wichtigkeit ist und sobald genaue Berechnungen stattfinden sollen; bei Herstellung des Wetterzuges durch Erhöhung der Temperatur genügt die Beobachtung der Differenz in der Temperatur, welche gewissermassen die manometrische Differenz vertritt, eben so wenig, wie zur Ausführung des Calcüls bezüglich der mechanischen Arbeit.

Die Rechnungen werden im Allgemeinen so angestellt, dass man beobachtet:

1. Die ausziehende Menge der Wetter in der Sekunde = Q, ihre Temperatur = t und ihre Pressung, beziehungsweise ihren barometrischen Druck = p, was in der Regel nur unmittelbar unter oder in der Nähe des ausziehenden Schachtes wird geschehen können,

2. den Barometerstand = P und die Temperatur = T über Tage,

3. die manometrische Differenz = m, welche in der Nähe des Tages gemessen werden muss, und daher im Allgemeinen, wo es sich um grosse Genauigkeit handelt, nicht benutzt werden kann, um p als P — m zu berechnen.

Man sucht zunächst aus dem für 0 Grad Temperatur und 760 Millimeter Barometerstand bekannten Gewicht der Luft $\gamma$ (1 Kubikmeter = 1,2987 Kilogramme) das Gewicht der Luft für den äusseren Zustand der Atmosphäre und findet dasselbe

$$\gamma_1 = 1{,}2987 \cdot \frac{P}{0{,}760} \cdot \frac{1}{1 + a\,T}$$

wobei keine Rücksicht auf die Feuchtigkeit der Luft genommen ist und a eine Constante bildet; demnächst reducirt man das gefundene Luftquantum Q auf Luft von äusserem Verhalten und findet

$$Q_1 = Q \cdot \frac{p}{P} \cdot \frac{1 + a\,T}{1 + a\,t}$$

weil die Volumina umgekehrt proportional sind dem Drucke p und P, direkt proportional den Dichtigkeiten 1 + a T und 1 + a t. Endlich setzt man die manometrische Höhe des Wassers m in eine Luftsäule von äusserem Zustande um, deren Höhe sich berechnet

$$H = 770\ m$$

wenn man die Verschiedenheit der Temperatur und die ungleiche Ausdehnung von Luft und Wasser ausser Acht lässt, worauf man aber bei genauem Verfahren Rücksicht zu nehmen hat, was mit Hülfe von $\gamma_1$ geschehen kann, wenn man sich erinnert, dass ein Kubikmeter Wasser wiegt

bei 4 Grad = 1000,00 Kilogramme
„ 10 „ = 999,89 „
„ 20 „ = 998,56 „
„ 30 „ = 996,10 „

und für Zwischenwerthe aus den Differenzen proportional interpolirt oder statt dessen aus Tabellen das specifische Gewicht des Wassers entnimmt und hiernach die Dichtigkeit zwischen $\gamma_1$ und dem Wasser ermittelt.

Für die Grubenluft bleibt aber noch zu berücksichtigen, dass sie in der Regel mit Wasserdampf gesättigt ist und daher weniger wiegt als $\gamma$. Die Rechnung wird möglich, wenn man die Spannung des Dampfes bei der betreffenden Temperatur kennt, wozu physikalische Tabellen dienen oder die empirische Formel von Tredgold

$$y = 6 \,.\, \log. (t + 75) - 13{,}57652$$

worin y die Spannkraft in Centimeter Quecksilber, t die Temperatur bezeichnet. Nennt man diese Höhe $p_1$ so hat die Luft allein die Pressung

$$P - p_1$$

und die Volumina Wasserdampf und trockene Luft werden sich also verhalten wie

$$\frac{p_1}{P} : \frac{P - p_1}{P}$$

Es wiegt also die in einem Kubikmeter enthaltene trockene Luft

$$\frac{P - p_1}{P} \cdot 1{,}2987 \cdot \frac{P}{0{,}760} \cdot \frac{1}{1 + a\,T}$$

und der Wasserdampf, dessen Dichtigkeit bei 0 Grad und 760 Millimeter Barometerstand 0,624 beträgt,

$$\frac{p_1}{P} \cdot 0{,}624 \cdot 1{,}2987 \cdot \frac{P}{0{,}760} \cdot \frac{1}{1 + a\,T}$$

also das Kubikmeter feuchter Luft

$$\gamma_1 = \left(0{,}642 \cdot \frac{p_1}{P} + \frac{P - p_1}{P}\right) \cdot \frac{1{,}2987}{0{,}760} \cdot \frac{P}{1 + a\,T}$$

Wären noch andere Gase beigemengt, so würde man deren Gewicht ähnlich in Rechnung ziehen müssen. Um die Schlussrechnung zu bewirken, hat man Q . $\gamma_1$ H zu multipliciren und die erhaltene Zahl Kilogrammmeter durch 75 zu dividiren, um die Pferdekräfte zu erhalten.

Als Beispiel diene folgende Berechnung bei Anwendung eines Wetterofens nach Combes:[74])

Q = 1,880 Kubikmeter bei 74 Grad Celsius und 0,7683 Meter Barometerstand

die äussere Luft hat 3 Grad Celsius und 0,7701 Meter Barometerstand

das Wassermanometer zeigt 0,012 Meter bei 7 Grad Celsius

1 Kubikmeter Luft, mit Wasserdampf gesättigt, wiegt bei 3 Grad Celsius,

---

[74]) Combes a. a. O. t. II. S. 433.

wenn a = 0,00375 ist, 1,297 Kilogramm, das Manometer entspricht also 9,25 Meter Luftsäule und Q reducirt sich auf 1,480 Kubikmeter. Demnach ist die mechanische Arbeit

$$1{,}480 \;.\; 1{,}297 \;.\; 9{,}25 = 17{,}76 \text{ Kilogrammmeter} = 0{,}237 \text{ Pferdekraft.}$$

## E. Künstlicher Wetterzug.

Der künstliche Wetterzug ist unentbehrlich für Uebergangszeiten und überall da, wo die Niveauverhältnisse einen natürlichen Wetterwechsel ausschliessen; er kommt in bedeutendster Entwicklung vor bei Steinkohlengruben und zwar bei Tiefbauen wegen des Auftretens schlagender Wetter und meistens geringer Niveaudifferenzen.

Die künstliche Ventilation ganzer Grubengebäude wird stets hervorgerufen durch Vermehrung des Dichtigkeitsunterschiedes der im Wetterwechsel stehenden Säulen, deren bei geregelter Wetterlosung immer zwei vorhanden sein müssen. Die Vermehrung des Dichtigkeitsunterschiedes kann geschehen:

I. durch Vermehrung der Temperaturunterschiede und zwar:
   a. durch Erwärmen des ausziehenden Wetterstromes,
   b. durch Abkühlen des einfallenden Wetterstromes,

II. durch Vermehrung der Dichtigkeitsunterschiede auf mechanischem Wege und zwar:
   a. Durch Verdünnen des ausziehenden Stromes mittelst saugender Maschinen,
   b. durch Verdichten des einfallenden Stromes mittelst blasender Maschinen.

Zwischen beide Gruppen stellt sich gewissermassen die Anwendung ausströmender, hochgespannter Dämpfe, welche zugleich erwärmend und mechanisch wirken.

Blasende Maschinen sind bis jetzt nicht zur Ventilation ganzer Grubengebäude, vielmehr nur local in einzelnen Grubenbauen angewendet worden; überhaupt kommen Maschinen nur auf Steinkohlengruben vor.

### I. Erwärmen des ausziehenden Wetterstromes.

#### a. Das Einkesseln.

Für vorübergehende Zwecke dient zur Erwärmung der Luft das Einkesseln, wobei man brennendes Stroh oder dgl. m. oder heisse Körper in den Schacht hängt, um die Luft durch dieselben zu erwärmen, dadurch zu verdünnen und zum Ausziehen zu zwingen. Das Verfahren ist bei Schächten, welche in Zimmerung stehen, jedenfalls gefährlich.

#### b. Schornsteine der Dampfkessel.

Bei Schachtabteufen und in den ersten Zeiten nach Eröffnung eines Baues, beziehungsweise bei noch nicht ausgedehnten Grubenbauen, kann

man da, wo Dampfmaschinen als bewegende Kraft dienen, ein Schachttrum, welches wetterdicht abgekleidet wird, mit dem Schornstein der Dampfkessel in Verbindung setzen, wodurch eine Erwärmung und Verdünnung der oberen Luftschichten in dem betreffenden Schachttrum, also eine Bewegung der Luft bewirkt wird.

c. Wetteröfen.

Für eine definitive Wetterversorgung in ausgedehnten Grubenbauen dienen Wetteröfen, welche entweder unter Tage oder über Tage stehen, bei den letzteren kommt noch der Fall vor, dass nicht eine direkte Erhitzung der Luft, sondern eine solche durch Contakt gewählt wird; die Wirkung der Wetteröfen über Tage ist überhaupt ähnlich der der Maschinenschornsteine.

1. Wetteröfen unter Tage.

Wetteröfen unter Tage sind ganz allgemein üblich in England,[75]) früher benutzte man sie auch auf belgischen und französischen Steinkohlengruben, wo aber jetzt sich überwiegend Maschinen finden, die sich auch bei uns Eingang verschafft haben. Wetteröfen unter Tage sind vortheilhafter, als über Tage, bei jenen wirken die Schächte als Kamine von ansehnlicher Höhe, diese bedürfen nothwendig eines Kamins oder Thurmes, welcher kostspielig wird.

Wirkungen und Gränzen der Wetteröfen. Früher war die Relation der Wettermenge und Geschwindigkeit dargestellt durch die Formel

$$Q = A\,v$$

und dabei die Geschwindigkeit

$$v = \sqrt{2\,g\,h \cdot \frac{t - T}{1 + aT}}$$

man kann also bei gleichem T und sonst gleichen Verhältnissen für verschiedene Werthe von t zur Vergleichung $\sqrt{t - T}$ benutzen.

Wenn T = 10 Grad ist, die Wetter bis zum Eintritt in den Ofen in dieser Temperatur bleiben und sich dieselben im Ofen erwärmen auf

30 40 50 60 100 Grad

so sind Q und v proportional

$$\sqrt{20} \quad \sqrt{30} \quad \sqrt{40} \quad \sqrt{50} \quad \sqrt{90}$$

oder

4,5 5,5 6,3, 7,1 9,5

Der Aufwand an Brennmaterial wird sich proportional bestimmen durch das Produkt aus dem Grad der Erwärmung mit dem Quantum der erwärmten Luft, hier also

[75]) Herold in Zeitschrift f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 3. B. S. 61. — Serlo, v. Rohr, Engelhardt ebenda Bd. 10. B. S. 41. — Dejaer u. Fischer a. a. O. S. 95. — Dunn: a treatise of the Winning and Working of Collieries p. 132. — Jahrb. des schles. Vereins f. B.- u. H.-Wesen. 1860. S. 351, 358. — Combes. a. a. O. t. II. p. 393. — Ponson a. a. O. t. II. p. 95.

4,5 . 20 5,5 . 30 6,3 . 40 7,1 . 50 9,5 . 90

oder

90 165 252 355 855

Bei Erwärmungen auf beispielsweise 30 und 100 Grad, also um 20 und 90 Grad nimmt die Wettermenge zu von 4,5 auf 9,5, also etwas über das Doppelte, der Aufwand von Brennmaterial von 90 auf 855, also auf das $9^1/_2$fache. Ungünstiger noch gestaltet sich das Verhältniss, wenn sich die Luft unter Tage auf dem Wege zum Wetterofen um einen bestimmten Betrag z. B. um 10 Grad erwärmt, dann bleiben wie vorher Q und v im Verhältniss von

4,5 5,5 6,3 7,1 9,5

an Wärme muss geliefert werden

10 20 30 40 80 Grad

also verhält sich der Brennmaterialaufwand wie

45 110 189 284 760

so dass sich hier das erste und letzte Glied wie 1 : $16^7/_8$ verhält.

Eine grössere Erhitzung als im Mittel auf 50 Grad Celsius erscheint daher wenig vortheilhaft, obschon in England höhere Temperaturen vorkommen; bei einer mittleren Temperatur von 50 Grad lässt sich auch der ausziehende Schacht noch zu anderen Zwecken benutzen. Uebrigens ist im Allgemeinen klar, dass ein Wetterofen von bestimmter Rostfläche eine Gränze der Wirksamkeit unter gegebenen Verhältnissen hat, da die Verbrennung eines grösseren Quantums Brennmaterial zwar mehr Zug hervorbringt, aber auch desselben bedarf, um überhaupt zur Verbrennung zu gelangen.

Stellung des Wetterofens. Nur bei kleinen Anlagen findet man den Wetterofen wohl direkt unter dem Schacht oder dem ausziehenden Trum, wenn nur ein Schacht vorhanden ist; bei Tiefbauen stets seitwärts des Schachtes. In England, speciell in Northumberland und Durham stehen die Wetteröfen 18 bis 45 Meter, im Mittel 27 Meter seitwärts vom Schachte entfernt und werden durch einen mässig ansteigenden Kanal mit dem ausziehenden Schachte in Verbindung gesetzt.

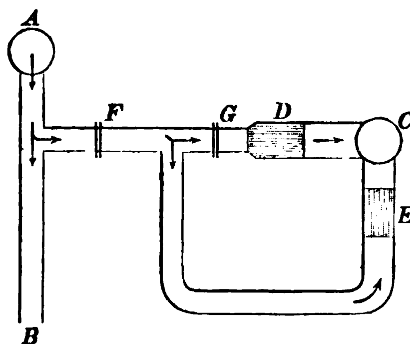
Zuführung der Luft. Entweder geht die ganze Luft durch den Ofen, theils ober-, theils unterhalb des Rostes, indem letzterer Antheil zugleich durch den Rost in die Höhe steigt, da nur in seltenen Fällen der Raum unterhalb des Rostes an der hinteren Seite offen ist; im nördlichen England ist diese Einrichtung jetzt das Gewöhnliche, auch in Gruben mit schlagenden Wettern, indem man von dem Grundsatze ausgeht, dass so viel Luft zugeführt werden muss, um das Gemenge von atmosphärischer Luft mit schlagenden Wettern im rückkehrenden Strom unschädlich zu machen; jedenfalls wird der Vortheil einer sehr gleichmässigen Erwärmung erreicht. Oder es wird nur ein Zweig der rückkehrenden Wetter in gleicher Weise zum Rost geleitet, was von selbst eintritt, wenn verschiedene Bausohlen

in den Schacht münden, auch wird eine solche Theilung jetzt noch absichtlich bewirkt, wenn einzelne Theile des rückkehrenden Stroms zu viel Grubengas enthalten.

Aehnlich verfährt man wohl bei kleinen Anlagen, wo eine grosse Erwärmung nicht nothwendig ist, zweigt dabei einen Theil der Wetter aus dem rückkehrenden Strome ab und lässt dadurch wenig Brennmaterial energisch verbrennen, dessen Gase sich später mit den übrigen Wettern mischen, wobei man die Strecke zum Schacht frei von schlagenden Wettern halten kann; oft überlässt man auch diese Abzweigung den Wettern selbst. Endlich kann man auch den Rost direkt mit frischen Wettern speisen, was beim Vorhandensein vieler schlagender Wetter nothwendig ist, auch dann, wenn im einziehenden Strom nicht hinreichend frische Wetter nachgeführt werden können; es ist dies nur ausführbar, wenn der einfallende Schacht nahe dem ausziehenden steht, was freilich in England in der Regel der Fall ist. Dennoch wird in England dieses Verfahren nicht wünschenswerth, selbst fehlerhaft gehalten, weil rückkehrende Wetter, welche nicht durch den Wetterofen gehen dürfen, überhaupt als gefährlich betrachtet werden, und weil die direkt zum Wetterofen Behufs der Verbrennung des Brennmaterials gebrachte Luft der allgemeinen Wetterversorgung entzogen wird.

Wie man die Verzweigung vornimmt, zeigt das Beispiel der Grube Victoria bei Wackefield,[76]) wo man durch Wetterthüren mit Schiebern oder Schlitzen die Regulirung bewirkt, wobei im vorliegenden Falle in Fig. 430

Fig. 430.




A der einziehende Schacht ist, von dem aus die Wetter sich durch B in die Grubenbaue vertheilen, um zu dem ausziehenden Schacht C zurückzukehren; dieser wird durch die beiden Wetterheerde D und E erhitzt, welche (6 Fuss) 1,883 Meter lange und (8 Fuss) 2,5 Meter breite Roste haben und durch frische Wetter unterhalten werden, indem von dem ein-

[76]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen: Herold Bd. 3. B. S. 64., Busse Bd. 6. B. S. 91.

ziehenden Wetterstrom die für beide Oefen benöthigte Luft durch einen Schlitz in der Wetterthür F hindurchgeleitet wird, von welcher die Hälfte direkt zum Ofen E tritt, während die andere Hälfte durch einen halb so grossen Schlitz in der Wetterthür G zum Ofen D gelangt. Die Länge des Kanals zum Schachte darf natürlich nicht zu gering sein, nach Combes würden bei Steinkohlengruben 15 bis 20 Meter genügen, damit kein Funken mehr in den Schacht gelangt. Herold gibt 30 bis 40 Meter an und sagt, dass der Kanal 10 bis 20 Meter über der Sohle, wo die Wetter einströmen, mündet.

Fig. 431.

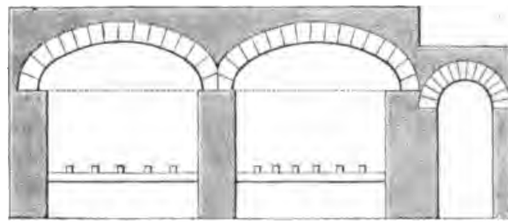
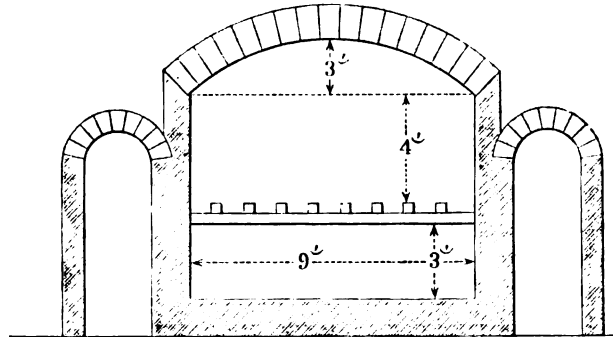


Fig. 432.



Construction der Wetteröfen. Die Wetteröfen sind in Mauerung gesetzt und mit Gewölben versehen, auch in dem Verbindungskanal vom Ofen zum Schacht, um das Gestein gegen das Loslösen, die Kohle — wie bei der Stellung der Oefen in England nothwendig — gegen Entzündung zu schützen; zu letzterem Zweck hat man, um vollständig gesichert zu sein, wohl doppelte Gewölbe. Seitwärts des Rostes hat man überwölbte Gänge oder Luftzüge im Mauerwerk ausgespart; hinter dem Roste ist gewöhnlich ein Raum zum Ansammeln der Flugasche vorhanden, der wohl durch einen Seitenkanal zugänglich ist, wenn dieser nicht ohnehin zur Luftkühlung eingebracht ist. Derartige Constructionen gehen aus den Querschnitten der Wetteröfen auf der South Hetton Grube (Fig. 431) und Hetton Grube (Fig. 432) in England beispielsweise hervor. In England befindet sich der

Rost (3 bis 4 Fuss) 1 bis 1,25 Meter von der Sohle, die Höhe bis zum Gewölbe ist verschieden, eben so wie dessen Gestalt, von Rohr[77]) gibt die Höhe zu (5 bis 7 Fuss) 1,5 bis 2 Meter an. Bei halbkreisförmigem Gewölbe soll leicht zu wenig Luft durch den Rost selbst gehen, und soll diese Form überhaupt nur anwendbar sein, wenn man den grossen Raum über dem Rost durch eine Schiebethür schliesst, mit deren Hilfe sich das Feuer gut reguliren lässt, wie in der Gegend von Manchester. Die Länge der Roste, in der Richtung, in welcher die Kohlen aufgeworfen werden, beträgt in England zwischen (6 und 9 Fuss) 1,883 nnd 2,825 Meter, wenn nicht ausnahmsweise durch besondere Art der Aufstellung ein Beschicken von 2 Seiten her möglich wird, wie z. B. auf den Gruben Sherburn (Fig. 433), Houghton in le Spring;[78]) die nöthige Fläche erreicht man dann durch Combiniren mehrer solcher Roste auf mannigfache Art, von welcher am zweckmässigsten die von Old Hetton, Fig. 434 zu sein scheint, wo bei (6 Fuss) 1,883 Meter Länge 4 Roste von zusammen (25 Fuss) 7,846 Meter Breite, also einer Fläche von (150 Quadratfuss) 15 Quadratmeter, neben einander liegen, mit je einer Feuerthür, und wo die Wetter

Fig. 433.

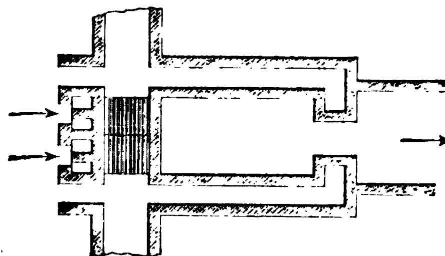
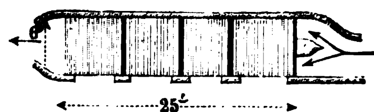


Fig. 434.




in der Richtung der Breite, angeblich (220000 Kubikfuss) 6800 Kubikmeter in der Minute, durchstreichen; auch hat man wohl 2 Roste, durch eine mittlere Zunge getrennt, neben einander so liegen, dass der Zug rechtwinkelig zur Breite hindurchgeht; auf der Grube Houghton le Spring, Fig. 435, hat man 4 Roste zum Quadrat combinirt mit (144 Quadratfuss) 14 Quadratmeter Fläche; a bedeutet den ausziehenden Schacht. Zuweilen liegen aber auch mehre Oefen um den Schacht, namentlich wenn sich die

---

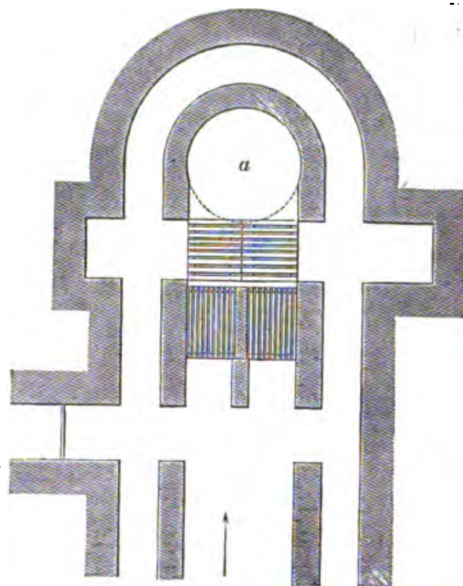
[77]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 10. B. S. 42.

[78]) Ebenda. S. 42. 43.

einzelnen Zweige (Splits) des einfallenden Wetterstroms nicht gut wieder zu einem ausziehenden Strom vereinigen lassen.

Wenn unterirdische Maschinen vorhanden sind, benutzt man auch die Kesselfeuerung zur Hilfe bei Erwärmung des ausziehenden Stroms, an einzelnen Stellen sogar unterirdische Koksöfen und Retorten zur Gasfabrikation, was indess nicht nachzuahmen ist.

Fig. 435.




Die sonstigen Verhältnisse sind in England günstig, daher man dort grosse Effecte der Oefen hat. Man nimmt im nördlichen England an, dass ein Rost von (6 Fuss) 1,883 Meter Breite und (6 bis 8 Fuss) 1,883 bis 2,5 Meter Länge in der Minute (40 bis 50000 Kubikfuss) 1200 bis 1500 Kubikmeter Luft durchführt und dabei in 24 Stunden 2 tons oder 40 Centner Kohlen verbrennt. Die Weite der Schächte und Strecken begünstigt die Wirkung, daher sind die Widerstände gering, dass Wassermanometer zeigt oft noch unter (1 Zoll) 26 Millimeter, wohl nicht leicht über (2 Zoll) 52 Millimeter Differenz.

Auf der Steinkohlengrube Shamrock bei Bochum in Westfalen ist unter einem 3,138 Meter (10 Fuss) weiten, 125 Meter (60 Lachter) tiefen Schacht, welcher kreisrund in Mauerung gesetzt und ohne alle Zimmerung versehen ist, ein Wetterrost angebracht, welcher 2,197 Meter (7 Fuss) Breite und 2,825 Meter (9 Fuss) Länge hat, und auf welchem ununterbrochen gefeuert wird. Der Rost besteht aus 78 Millimeter (3 Zoll) dicken gusseisernen Röhren von der ganzen Länge des Rostes, welche an beiden

Enden mit 13 Millimeter ($^1/_2$ Zoll) starken Verstärkungsrippen versehen sind, um die richtige Fugenweite herzustellen, so wie um das Abgleiten der Stäbe von den Trägern zu verhindern. Die Röhrenstäbe werden mittelst langer Schlüssel, welche in die vordere Mündung und in hier angebrachte Einschnitte eingesetzt werden, alle 20 bis 30 Minuten um ein Viertel gedreht, um das Verbrennen der Stäbe noch mehr zu verhüten, als es schon durch die Luftkühlung geschieht. Diese Rosteinrichtung soll sich sehr gut bewährt haben; der Wetterstrom ist auf (50000 Kubikfuss) 1500 Kubikmeter in der Minute ermittelt.[79])

Ueber dem ausziehenden Wetterschachte, welcher dem Ofen zum Schornstein dient, bringt man, wie es zum Schutze der Förderleute dringend erforderlich ist, Wetterthürme, sogar bis (50 Fuss) 15 Meter Höhe an. Bei hohen Temperaturen müssen die hölzernen Leitungen im Schachte durch solche aus Eisen oder Drahtseilen ersetzt werden, man hat deshalb wohl auch in England besondere Schachttrüme für den ausziehenden Wetterstrom, denn die Einwirkung der heissen ausziehenden Luft auf die Förderungseinrichtungen und die Pumpen, wenn sich solche im Schachte befinden, ist sehr zerstörend, so auch auf die gusseiserne Cuvelage, welche überdies Wärme abzuleiten scheint, denn auf der Haswell Grube hat man die Beobachtung gemacht, dass nach Einbringen eines Futters von Ziegeln, also nach Verengung des Querschnitts doch der Effekt und die ausziehende Luftmenge grösser wurde.

Effekte in England.[80]) Philipp gibt in dem Distrikte des Tyne, Wear und Tees das grösste durchgezogene Luftquantum an zu (190000 Kubikfuss) 5800 Kubikmeter in der Minute in einem Schacht auf der Grube Hetton mit 3 Rosten, von Rohr auf derselben Grube zu (220000 Kubikfuss) 6800 Kubikmeter mit 4 Rosten. Die grösste Geschwindigkeit im ausziehenden Schachte wird auf der Grube Haswell zu (29 Fuss) 9 Meter in der Sekunde angegeben bei (9 Fuss) 2,825 Meter Durchmesser des Schachtes, dessen Fläche durch feuerfeste Ziegel auf (58 Quadratfuss) 5,75 Quadratmeter verengt ist. Nach Dejaer und Fischer soll man, wenn im Schachte gefördert wird, die Geschwindigkeit des ausziehenden Stroms nicht grösser als (8 bis 10 Fuss) 2,5 bis 3 Meter geben dürfen. — Der schnellste Hauptstrom unter Tage wird zu (21 Fuss) 6,5 Meter in der Sekunde auf der Grube Wallsend, (75000 Kubikfuss) 2300 Kubikmeter Luft in der Minute gebend, notirt; nach von Rohr beträgt die Geschwindigkeit gewöhnlich (7 bis 14 Fuss) 2 bis 4 Meter, vor den Arbeitspunkten nicht über (3 bis 5 Fuss) 1 bis 1,5 Meter, weil sonst Belästigung der Arbeiter eintritt.

---

[79]) Hauchecorne: Versuche und Verbesserungen beim Bergwerksbetrieb in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 17. B. S. 87. — Oesterr. Zeitschr. f. H.- u. S.-Wesen. Wien 1871. S. 7. — Glückauf. Essen 1869. Nr. 33.

[80]) Philipp: Report on the Ventilation of Mines and Collieries 1850. Serlo, v. Rohr, Engelhardt a. a. O. S. 45. — Dejaer u. Fischer a. a. O. S. 95.

Die grösste Hitze, welche in dem ausziehenden Schachte erzeugt wird, beträgt 145 bis 170 Grad Fahrenheit oder 62,8 bis 76,6 Grad Celsius; nach Dejaer und Fischer geht man sogar bis 180 Grad Fahrenheit oder 82,2 Grad Celsius; diese Wärmesteigerung darf man aber nicht eintreten lassen, wenn in dem ausziehenden Schachte oder in dem betreffenden Schachttrum gefördert wird, alsdann ist das Maximum 80 bis 90 Grad Fahrenheit oder 27 bis 32 Grad Celsius.

Im Mittel von 30 englischen Gruben hat man in der Minute (47405 Kubikfuss) 1460 Kubikmeter Luft mittelst der Wetteröfen in das Grubengebäude eingeführt, die geringsten Werthe betragen (12 bis 19000 Kubikfuss) 370 bis 580 Kubikmeter in der Minute.

Im Mittel von 10 englischen Gruben sind innerhalb 24 Stunden 2,936 tons oder 59,36 Centner Steinkohlen Behufs Belebung des Wetterstroms verbrannt, so dass mittelst 1 Pfund Kohle, welches binnen 24 Stunden verbrannt wird,

| | | |
|---|---|---|
| im Minimum | (7,07 Kubikfuss) | 0,22 Kubikmeter |
| im Mittel | (8,50 „ ) | 0,26 „ |
| im Maximum | (13,50 „ ) | 0,42 „ |

Luft in der Minute zugeführt werden oder binnen 24 Stunden

| | | |
|---|---|---|
| im Minimum | (10140 Kubikfuss) | 320 Kubikmeter |
| im Mittel | (12160 „ ) | 375 „ |
| im Maximum | (19450 „ ) | 600 „ |

Bei Unterstützung der Wirkung des Wetterofens durch Maschinenfeuerung gibt Philipp den Kohlenverbrauch und die Wirkung nach englischem Gewicht und Mass auf folgenden Gruben:

| | Kohlen in 24 Stunden | zugeführte Luft in der Minute | pro 1 ton Kohle Luft in d. Minute |
|---|---|---|---|
| Haswell | 4 | 100917 | 25224 |
| Hetton | 9 | 190000 | 21111 |
| Morton und South Hetton | $8^1/_4$ | 132895 | 16108 |

ähnliche Angaben durch von Rohr[81]) ergeben:

| | Luft in der Minute Kubikfuss | Grösse der Rostfläche Quadratfuss | verbrauchte Khln. in 24 Stunden Centner | auf 1 Quadratfuss Rostfläche Kohlen in 24 Stunden Centner |
|---|---|---|---|---|
| Houghton le Spring | 120000 | 144 | 70 | $^{70}/_{114} = {}^1/_2$ ca. |
| Sherburn | — | 100 | 108 | $^{108}/_{100} = 1$ ca. |
| Pendlebury | 70000 | 80 | 120 | $^{120}/_{80} = 1^1/_2$ |
| Kirkless Hall | 80000 | 36 | 45 | $^{45}/_{36} = {}^5/_4$ |
| nach Dejaer und Fischer: | | | | |
| Seghill | 50000 | 56 | 40 | $^{40}/_{56} = {}^5/_7$ |
| Deep Duffryn | 120000 | 80 | 160 | $^{160}/_{80} = 2$ |

---

81) A. a. O. Bd. 10. B. S. 43.

Selbstredend sind diese Zahlen nur zu oberflächlichen Vergleichungen geeignet, weil, von der Qualität der Kohlen abgesehen, ausserdem noch einwirken: der Zustand des Schachtes in Bezug auf Feuchtigkeit, dessen Querschnitt und Tiefe, der Grad der erzeugten Temperatur im Vergleich zu der Tagesluft, die Länge des Wetterweges unter Tage, der Antheil, welchen der natürliche Wetterzug hat und den man zu ermitteln meist nicht im Stande ist.

Nach Philipp verbraucht im Durchschnitt von 8 grösseren Gruben 1 Hauer in der Minute (562 englische oder rund 500 preussische Kubikfuss) 15 Kubikmeter Luft; doch ist diese Zahl nicht brauchbar, weil nicht die ganze Belegschaft und die Zahl der Pferde berücksichtigt ist; rechnet man den Luftverbrauch für 1 Pferd dem von 3 Mann gleich, so erhält man nach von Rohr's Angaben den Verbrauch an Luft für 1 Mann im Durchschnitt zu (100 bis 150 Kubikfuss) 3 bis 4,5 Kubikmeter in der Minute.

Im nördlichen Frankreich zu Anzin[82]) speist man in den meisten Fällen die Wetteröfen mit frischer Luft, welche durch sogenannte beurtias, kleine Schächte zur Seite des ausziehenden Schachtes, herbeigeführt wird; der ausziehende Schacht dient in der Regel auch zur Förderung, die Erhitzung soll 40 Grad nicht übersteigen. Auf den belgischen Gruben sind zur Zeit die Wetteröfen wohl ganz verschwunden; im Allgemeinen sind auch hier sowohl, wie in Frankreich die Verhältnisse für Anlage von Wetteröfen schwieriger, als auf den englischen Gruben.

Ponson[83]) theilt Beobachtungen und Berechnungen mit, in welchen zugleich der Nutzeffekt des Brennmaterials ermittelt ist. Wenn, auf Wasser bezogen, die specifische Wärme der Luft 0,26 angenommen ist, so kann man aus dem Gewicht der durch den Schacht gegangenen Luftmasse und der ihr ertheilten Temperaturerhöhung die Anzahl der dazu verwendeten Calorien berechnen, ebenso auch, wieviel Calorien das verwendete Brennmaterial erzeugt haben würde, wodurch man wiederum Vergleichungspunkte mit den durch Dampfmaschinen betriebenen Ventilationsapparaten gewinnt. Nach jenen Beobachtungen ist

die Temperatur der ausziehenden Wetter $22\frac{1}{2}$ bis $34\frac{1}{2}$ Grad,
die Temperaturerhöhung durch den Wetterofen 8 bis $19\frac{3}{4}$ Grad,

| | die in einer Sekunde durchgezogene Luftmasse | der Steinkohlenverbrauch in 24 Stunden |
|---|---|---|
| im Minimum | 2,3 Kubikmeter | 775,5 Pfund |
| im Maximum | 8,2 „ | 1400 „ |
| im Mittel | 4,7 „ | 1146 „ |

in der Minute werden also im Mittel 280 Kubikmeter Luft durchgezogen und dabei in 24 Stunden 1146 Pfund oder in der Minute $^{1146}/_{1440} = 0,7958$ Pfund Kohlen verbrannt, mithin ist die Leistung von 1 Pfund Kohle rund

82) Combes a. a. O. t. II. p. 401.
83) Ponson a. a. O. t. II. S. 98.

350 Kubikmeter Luft, was der mittleren Leistung in England sehr nahe kommt. Die realisirten Quoten der theoretischen Leistungen schwanken von 16 bis 81 Procent und betragen im Mittel nur 41 Procent; nach Ansicht der Belgier hat das Brennmaterial, zum Betriebe eines Ventilators verwendet, bei Weitem mehr Effekt, als wenn es im Wetterofen verbrannt wird.

### 2. Wetteröfen über Tage.

Man hat Wetteröfen über Tage oder doch nahe unter Tage. Die letzteren findet man in der Gegend von Mons, wo der aufsteigende Wetterstrom aus dem leicht verbühnten Schachte in einen seitwärts und (12 bis 16 Fuss) 3,75 bis 5 Meter unter Tage stehenden Ofen abgelenkt wird, über welchen sich ein Thurm erhebt. In anderen Fällen z. B. auf sächsischen Braunkohlengruben[84]) steht der Ofen auf der Tagesoberfläche und communicirt durch einen Kanal mit dem Schachte, hat aber immer einen Kamin. Die Wirkung ist ganz ähnlich der, welche eintritt, wenn der ausziehende Wetterstrom mit dem Maschinenschornstein in Verbindung gesetzt ist.

Der Effekt dieser Wetteröfen ist nur ein geringer. Aus vier Versuchen, welche Ponson[85]) zusammenstellt, ergibt sich bei einer mittleren Höhe des Wetterthurms von 37 Meter:

die in der Minute durchgezogene Wettermenge zu 99 Kubikmeter,
der Steinkohlenverbrauch in 24 Stunden zu 915 Kilogramm
oder in einer Minute zu 0,635 Kilogramm,
1 Kilogramm Kohle zieht also 1260 Kilogramme Luft in der Minute durch
und auf 1 Kilogramm in 24 Stunden verbrannter Kohle kommen 0,108 Kubikmeter Luft in der Minute.

Ausser dieser geringen Leistung macht die Nothwendigkeit eines Wetterthurms, welcher nach Ponson nicht unter 35 bis 50 Meter Höhe haben sollte, die Anlage kostspielig; liegt der Ofen 10 Meter unter Tage, so verhält sich die Wettermenge bei dem Fehlen oder Vorhandensein eines Thurmes von 50 Meter Höhe, wie

$$\sqrt{31,862} : \sqrt{191,172} = 5,64 : 13,82$$

so dass der Thurm die Geschwindigkeit $2\frac{1}{2}$ Mal grösser macht.

Diese Art von Wetteröfen sollte daher nur zeitweise da gebraucht werden, wo ein natürlicher Wetterzug bereits vorhanden ist und es sich nur darum handelt, denselben zeitweilig zu beleben oder in seiner Richtung zu erhalten, wo sie gute Dienste leisten, so dass sie für wenig tiefe Gruben nicht ohne Werth sind.

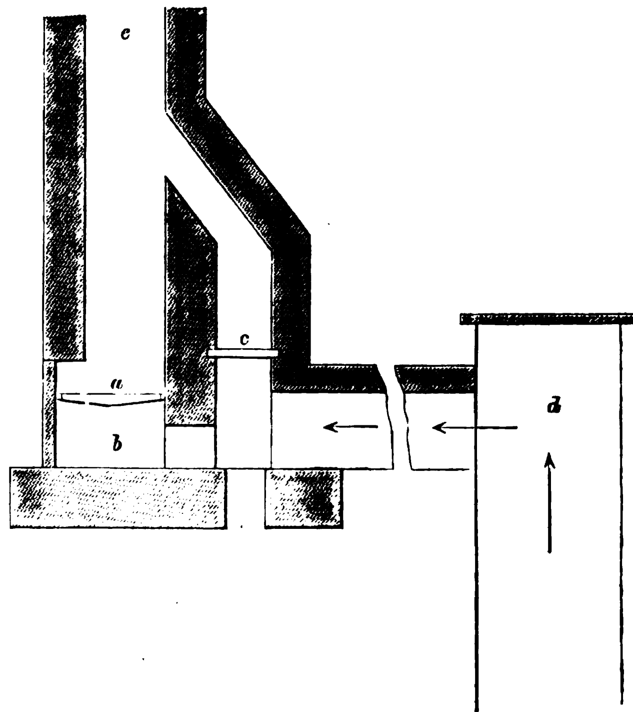
---

84) Ottiliä, das Vorkommen, die Aufsuchung u. Gewinnung der Braunkohlen i. d. preussischen Provinz Sachsen in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 8. B. 328.

85) Ponson a. a. O. t. II. S. 87.

Auf Braunkohlengruben in Sachsen hat man die Oefen nach der in Fig. 436 dargestellten Form eingerichtet: a ist der Rost von 0,3 Quadratmeter Fläche, b der zugesetzte Aschenfall, c ein Schieber, welcher geschlossen und geöffnet werden kann, d der oben verbühnte Schacht, e der (3 Fuss) 1 Meter weite, (36 Fuss) 11,25 Meter hohe Schornstein. Der Ofen hat das Eigenthümliche, dass er nach Bedürfniss entweder durch die Grubenwetter gespeist werden kann, in welchem Falle der Schieber c geschlossen wird, oder dass dies mittelst frischer Luft geschieht, wenn die Wetter zu arm an Sauerstoff sind; dies mag auf Braunkohlengruben wegen der Schwaden ganz zweckmässig sein, vorzuziehen bleibt aber die Speisung durch den ausziehenden Wetterstrom, weil im anderen Falle mehr Luft zu erwärmen ist, also der Effekt noch sinkt.

Fig. 436.




Man hat beim Vorhandensein schlagender Wetter auf Steinkohlengruben die Oefen über Tage so eingerichtet, dass die Erhitzung nur durch Contakt erfolgt.

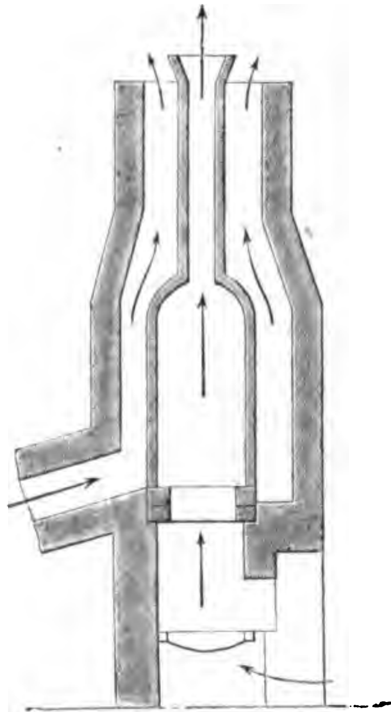
Die Feuerung erfolgt dann z. B. auf den Gruben bei Seraing[86]) in einem Eisenblechcylinder, aus welchem die Verbrennungsprodukte unmittelbar

[86]) Ponson a. a. O. t. II. p. 84.

ausziehen, während der aus dem Schachte ausziehende Wetterstrom den erhitzten Cylinder umspült und demnächst in den Wetterthurm zurücktritt. In den Wetteröfen der Steinkohlengrube Laura bei Minden [87]) circuliren entweder die Feuergase in horizontalen Röhren, welche gleichfalls von dem ausziehenden Wetterstrom umspült werden, oder die Feuergase steigen in einem vertikalen innerhalb des Wetterthurmes befindlichen Rohre in die Höhe.

Oefen von letzterer Construction, Fig. 437, finden sich noch auf den Steinkohlengruben in Obernkirchen mit (52 Fuss) 16 Meter hohen Wetter-

Fig. 437.



thürmen, die aus Gusseisen bestehenden, durch Muffen verbundenen und auf Trägern ruhenden inneren Röhren reichen noch (4 Fuss) 1,25 Meter über den Thurm hinaus. Dennoch sind diese Oefen nicht ohne Gefahr, weil das Durchbrennen der Röhren möglich ist und dadurch Berührung der mit schlagenden Wettern gemengten Luft mit den heissen Feuergasen statt-

[87]) Huyssen, die Entzündung schlagender Wetter auf der Steinkohlengrube Laura bei Minden am 19. August 1853 in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen, Bd. 1. B. S. 146.

finden kann. Ihr Effekt muss aber noch geringer sein, als der der gewöhnlichen Oefen, wie man sie sonst über Tage findet.

Die Wirkung der verschiedenen Wetteröfen wird durch folgende Zusammmenstellung erläutert:

| | | Durchgezogene Wettermenge in der Minute Kubikmeter | Kohlenverbrauch in 24 Std. Pfund | 1 Pfund in 24 Std. verbr. Kohle zieht Luft durch Kubikmeter |
|---|---|---|---|---|
| Oefen unter Tage | im Mittel von 10 englischen Gruben | 1580 | 5926 | 0,267 |
| | im Mittel von 6 französisch. u. belg. Gruben | 288 | 1170,2 | 0,246 |
| Oefen am Tage im Mittel von 4 belgischen Gruben | | 100 | 1829,2 | 0,055 |

d. Anwendung von hochgespannten Wasserdämpfen.

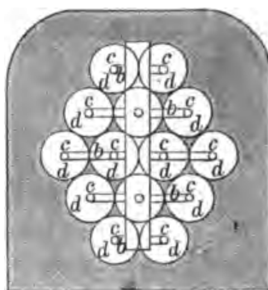
Die Dämpfe wirken erwärmend und mechanisch zugleich. Sie werden entweder von Tage nieder durch Röhren eingeleitet oder von unterirdischen Dampfmaschinen, welche wohl immer Hochdrucker sind, ausgeblasen, so dass nur eine stossweise Benutzung eintritt, oder sie werden direkt aus unterirdischen Kesseln entnommen, indem man dieselben stärker befeuert oder ihre Zahl grösser nimmt, als es die Maschine erfordert, oder indem man nur beim Stillstande der Maschine die Dämpfe benutzt. Das ganze Verfahren erscheint daher an die Dampfmaschine gebunden, überdies setzen der zweite und dritte Fall besondere Bauverhältnisse voraus.

Dass der Dampf eine fortreissende Einwirkung ausübt, ist von der Locomotive bekannt und ergiebt sich ausserdem aus direkten Versuchen, welche man auf englischen Gruben angestellt hat, ferner aus dem Verfahren von Gurney, Grubenbrände zu ersticken, welches auf Lever Colliery bei Bolton im Jahre 1851 angewendet wurde. Am grössten ist die Wirkung bei unter Tage bereitetem Dampf, ähnlich wie bei Wetteröfen, worüber in England Versuche im grossen Massstabe angestellt sind, welche durch das Vorhandensein unterirdischer Kessel begünstigt wurden, wobei man den Dampf theils zur Unterstützung von Wetteröfen, theils allein benutzte.

Das Detail der Einrichtung ist immer dasselbe. Es findet das Ausblasen des Dampfes aus vielen kleinen ($^5/_{16}$ bis $^3/_8$ Zoll), 8 bis 10 Millimeter weiten, über den ganzen Querschnitt des ausziehenden Schachtes vertheilten Mundstücken weiterer Hauptrohre in der Richtung des Zuges statt; vor die Mundstücke setzt man Cylinder von Zinkblech, damit die Strahlen nicht interferiren, der Raum zwischen und neben den Cylindern wird dicht verschlossen. Hinsichtlich des Effekts erscheinen die Versuche von Dickinson auf Ince Hall Colliery bei Wigan, auf den Pemberton Pits und Cannel Pits daselbst entscheidend.

Auf Pemberton Pits hat man 2 Schächte von (10 Fuss) 3 Meter Durchmesser, mit welchen 2 Flötzte in 195 und 170 Meter (214 und 187 Yards) Tiefe gewonnen werden, im unteren Flötze hat man 2 Kesselfeuer, von denen 14 Dampfstrahlen abgeleitet werden, im oberen Flötze aber einen Wetterofen; die Kessel haben (20 Fuss) 6 Meter Länge, (5 Fuss) 1,5 Meter Durchmesser und 50 Pfund Spannung. Die Strahlen sollten nur gebraucht werden, wenn der Ofen nicht im Gange ist oder in Nächten, wenn die Maschine stille steht. Die ganze Einrichtung ist aus den Figuren 438 und und 439 klar. Aus den (5 Zoll) 13 Centimeter weiten Zuführungsröhren a und den (3 Zoll) 7 Centimeter weiten Querröhren bb tritt der Dampf in die ($^3/_8$ Zoll) 10 Millimeter weiten Mundstücke ccc und bläst aus diesen in die (6 Fuss) 1,8 Meter langen und (1 Fuss) 30 Centimeter weiten Cylinder ddd, zwischen welchen und den Streckenbegränzungen der Raum dicht abgedämmt ist, von hier aus geht der Dampf über und unter den (6 Fuss) 1,8 Meter langen und (5 Fuss 5 Zoll) 1,6 Meter breiten Rost e des Wetterofens, welcher (2 Fuss 7 Zoll) 78 Centimeter unter dem Firstengewölbe und (3 Fuss 6 Zoll) 1 Meter über der Sohle der Strecke liegt und von wo der Dampf in den Schacht tritt; von der Mündung der Cylinder bis zum Schacht beträgt die Entfernung (53 Fuss) 16 Meter. Die Wirkung des Dampfes geht aus folgender Uebersicht hervor:

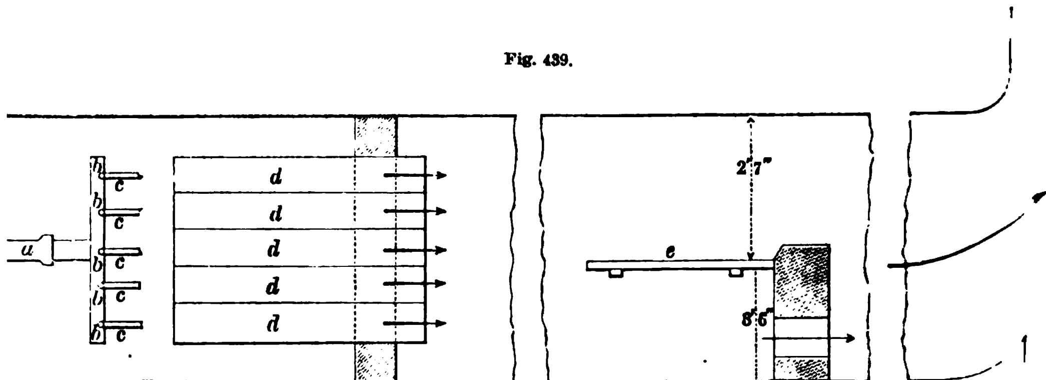
Fig. 438.



| | Temperatur im ausziehenden Schachte Grad Fahrenheit | Temperatur im einfallenden Schachte Grad Fahrenheit | Differenz | durchgezog. Luftquantum in d. Minute Kubikmeter |
|---|---|---|---|---|
| I. Der Ofen ist allein im Betrieb mit niedrigem Feuer, die Kesselfeuerung ist ausgelöscht . | 143 | 43 | 100 | 1200 |
| II. 2 Kesselfeuer sind im Gange, niedrig gehalten, Dampf wird nicht ausgeblasen, der Ofen ausser Betrieb . . . . . . . | 122 | 50 | 72 | 950 |
| III. Desgleichen mit lebhaften Feuer, Dampf von 50 Pfund Spannung an den Ventilen abblasend . . . . . . . . . . | 150 | 50 | 100 | 1200 |
| IV. Desgleichen der Dampf bläst in 10 Strahlen aus . . . . . | 152 | 48 | 104 | 1325 |

Hieraus resultirt, dass 2 Kesselfeuer mit 10 Dampfstrahlen 1325 Kubikmeter Luft in der Minute durchziehen, wobei 56 Centner Kohlen in

Fig. 439.




24 Stunden verbrannt werden, also 1 Pfund Kohle den Effekt von 177 Kubikmeter Luft hat, während der Wetterofen 1200 Kubikmeter Luft in der Minute durchzieht, 50 Centner Kohlen in 24 Stunden verbrennt, also mit 1 Pfund Kohlen 310 Kubikmeter Luft Effekt hat.

Auf Cannel Pits sind zwei einfallende, ein ausziehender Schacht vorhanden; im letzteren wirkt für gewöhnlich ein (6 Fuss) 1,8 Meter breiter Wetterrost. Ausserdem sind 2 Kessel vorhanden, jeder von (40 Fuss) 12 Meter Länge und (5 Fuss) 1,5 Meter Durchmesser für eine unterirdische Maschine, aus welcher der gebrauchte Dampf anfänglich durch 14, später durch 18 Strahlen unmittelbar in den ausziehenden Schacht tritt. Die Wirkung beträgt:

| | durchgezogene Luft in der Minute Kubikmeter | mit 1 Pfund Kohle wird Luft durchgezogen Kubikmeter |
|---|---|---|
| durch den Ofen allein . . . . . . . . | 1460 | 156 |
| durch 2 Kesselfeuer, Dampf von 60 Pfund abblasend . . . . . . . . | 1440 | 128 |
| durch den Ofen, die Kesselfeuer und 18 Strahlen . . . . . . . . . . | 1750 | 85 |

Hiernach ist der Dampf ökonomisch nicht besonders vortheilhaft, wozu noch kommt, dass er leicht condensirt, was bei gusseiserner Cuvelage, durch vorhandene Pumpen und die umgehende Förderung erheblich sein kann; dennoch ist die Anwendung des Dampfes als Hilfsmittel und bei ungewöhnlichen Fällen nicht zu verwerfen, namentlich kann der von unterirdischen Maschinen ausblasende Dampf, welcher ohnehin abgeführt werden muss, nebenbei nutzbar gemacht werden, zu welchem Zweck man in England unter der Sohle des Wetterofens einen gemauerten Kanal zur Durchführung des Dampfes anlegt, wie auf Ryhope Colliery.[88])

[88]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 10. B. S. 44.

Welchen Einfluss die Förderung bei dem Wetterzuge durch Erwärmung des ausziehenden Stromes ausübt, geht aus Versuchen auf der Grube Kirkless Hall hervor, wo in 2 Schächten von (85 Quadratfuss) 8 Quadratmeter Fläche mit je einem Korbe und einer Geschwindigkeit von (900 Fuss) 274 Meter in der Minute, die etwas grösser als der Wetterzug, gefördert wird:

| | | |
|---|---|---|
| beim Stillstande der Förderung gehen mittelst der Wetteröfen durch | | 1675 Kubikmeter |
| bei der Förderung im ausziehenden Schachte abwärts, im einfallenden aufwärts . . | 1010 Kubikmeter | |
| bei der Förderung in umgekehrter Richtung | 1820 „ | |
| im Mittel . . . . . . . . . . . . | | 1415 „ |
| also weniger bei umgehender Förderung | | 260 Kubikmeter |

Auch auf anderen englischen Gruben ist diese Ventilationsmethode eingeführt, wie z. B. auf der Lower Moor Steinkohlengrube bei Oldham.[89])

Auf der Grube cons. Friedenshoffnung bei Waldenburg benutzte man die Dämpfe aus den Kesseln der Dampfmaschine zur Wettererfrischung beim Schachtabteufen, indem man in Wetterlutten von (8 Zoll) 209 Millimeter Weite, welche von der Schachtsohle bis über das Dach des Maschinengebäudes reichten, Dampf eintreten liess. Der Schacht wurde auf diese Weise bis zu (80 Lachter) 167 Meter Tiefe mit guten Wettern versehen, ebenso die in oberen Sohlen angesetzten Vorrichtungsstrecken.[90])

### II. Erkalten der einfallenden Wetter.

Das Erkalten der einfallenden Wetter kommt, systematisch angewendet, nicht vor, findet sich aber, mit mechanischer Wirkung vereinigt, bei dem Wassertrommelgebläse, welches in der gewöhnlichsten Anwendung das Umgekehrte ist von der Anwendung hochgespannter Dämpfe, jenes wirkt für gewöhnlich blasend — obwohl ihm auch saugende Wirkung gegeben werden könnte —, die Dampfstrahlen haben saugende Wirkung.

Das Wassertrommelgebläse benutzt vorhandene Wasser und disponirt die Einfallröhre so, dass noch Luft mit fortgerissen wird, es setzt die Möglichkeit eines natürlichen Abflusses der einfallenden Wasser voraus, da deren Hebung sich nicht lohnen würde und ist wegen der geringen, ihm zu gebenden Dimensionen kaum anders als zur Ventilation einer einzigen Strecke, nicht ganzer Grubengebäude, bisher verwendet worden.[91])

Der Apparat ist in Fig. 440 dargestellt. Die aus der Zuführungskandel abgehende Fallröhre a ist nach unten konisch verengt und gibt dadurch Veranlassung, dass oben neben dem Wasser Luft eintritt, ausser-

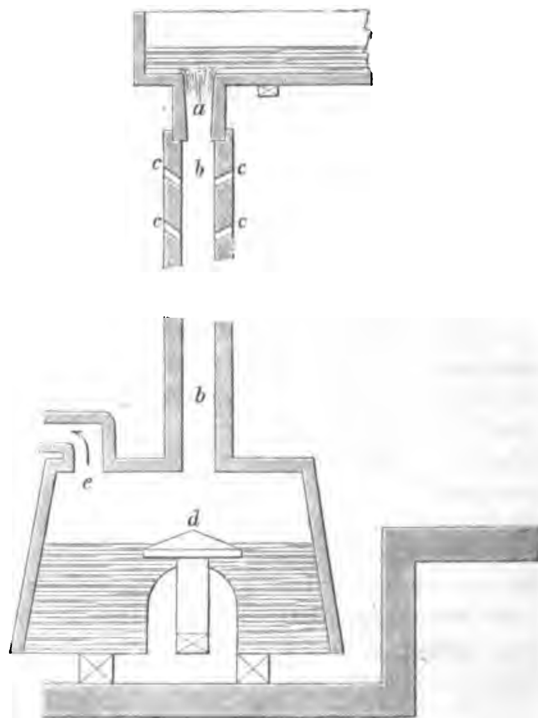
[89]) The Mining Journal. London 1872. p. 41. 80.

[90]) Hauchecorne a. a. O. S. 87.

[91]) Combes a. a. O. t. II. p. 504. — Dr. Karsten, Archiv f. B.- u. H-.Wesen. 1829. Bd. 19. S. 518. — Rittinger: Erfahrungen im berg- und hüttenm. Maschinen-, Bau- u. Aufbereitungswesen. Jhrg. 1854. S. 21.

dem finden sich in der erweiterten Fortsetzung des Fallrohrs b nach Oben gekehrte, schräge Saugöffnungen cc, durch welche gleichfalls Luft eintritt, so dass dieselbe mit dem Wasser fortgerissen wird, die Oeffnungen dürfen aber nicht zu weit in dem unteren Theil des Rohrs angebracht sein, weil sonst der Effekt geringer wird. Unten stösst das fallende Wasser auf eine Pritsche d, wodurch die in den Wassertheilchen enthaltene Luft wieder frei wird und bei e in die Strecke oder in der Regel in die angebrachte Wetterlutte austreten kann, während die Wasser in das Reservoir übergehen und von dort aus abfliessen. Zur guten Wirkung ist eine Fallhöhe des Wassers von mindestens (9 bis 12 Fuss) 3 bis 4 Meter erforderlich, eine grössere, als (20 Lachter) 40 Meter, soll nicht angemessen sein. Am besten ist

Fig. 440.




ferner eine Anfangsgeschwindigkeit des Falles von (9 bis 12 Fuss) 3 bis 4 Meter, was nach Combes eine Druckhöhe von (1,434 bis 2,549 Fuss) 0,45 bis 0,80 Meter voraussetzt; die Pritsche soll (1,593 Fuss) 0,50 Meter unter der Ausmündung der Fallröhre stehen und einen Durchmesser haben, der sich zu dem der verengten Fallröhre wie 8 : 5 verhält. Der Wassereintritt wird durch Schützen, Schwimmer mit konischen Zapfen u. dgl. m. regulirt.

Die mit diesem Apparat erreichte Compression der Luft ist zwar mitunter gross, was aber nicht dem Zwecke entspricht, da man zur Grubenventilation ein grosses Luftquantum mit geringer Pressung bedarf. Der erreichte Effekt ist nach d'Aubuisson nur 15 Procent der aufgewendeten Arbeit, nach Rittinger 8 bis 17, im Mittel $12^1/_2$ Procent; man wird daher vortheilhafter für die vorhandene Wasserkraft einen hydraulischen Motor anlegen und durch diesen einen guten Ventilator treiben lassen.

Der durch das Wassertrommelgebläse erzielten Wirkung ähnlich ist die, welche bei dem in England gebräuchlichen Verfahren, nach Explosionen Wasser in den einziehenden Schacht fallen zu lassen, bezweckt wird. Uebrigens beruht auf demselben Umstand, wie die Wirkung des Wassertrommelgebläses, die Thatsache, dass nasse Schächte während des Abteufens die Wetter länger in gutem Zustande erhalten, als trockne, indem das Einfallen frischer Wetter an den nassen und kalten Stössen begünstigt wird; auch ergiebt sich, dass man nasse Schächte nicht zum Ausziehen der Wetter gebrauchen sollte, wenn man auf die Dichtigkeitsunterschiede durch Temperaturdifferenz angewiesen ist.

Die Luft durch kaltes Wasser abkühlend, wirkt ein Apparat von Elliot.[92]) In einem Reservoir c (Fig. 441) befindet sich ein System ge-

Fig. 441.

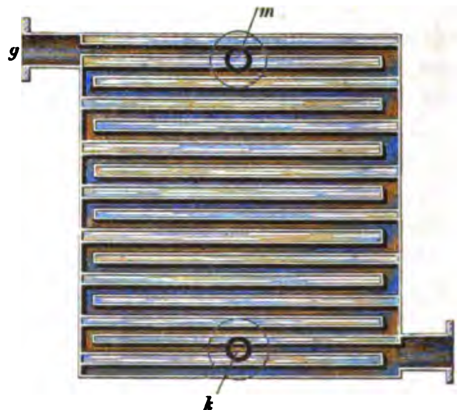



wundener Röhren ff, in welche durch k vermittelst einer Pumpe oder eines aufsteigenden Stromes kaltes Wasser eingeführt wird; dasselbe steigt durch die Röhren in die Höhe und tritt bei m aus. Die Luft tritt in das Gefäss bei g ein und wird durch ein Drahtnetz h so vertheilt, dass sie die Röhren umspült und bei i endlich austritt, indem sie durch einen kleinen

[92]) The Mechanic's Magazine. London. Vol. 93. p. 315.

Flügelventilator angesaugt wird. Statt der gewundenen Röhren wendet Elliot auch plattenförmige Kästen an, welche die Luft zickzackförmig von Oben nach Unten umstreichen muss, indem die Platten, welche horizontal in dem Reservoir liegen, abwechselnd an der einen und anderen Seite für die Luft einen Durchgang offen lassen, während das Wasser in entgegengesetzter Richtung das Reservoir von Unten nach Oben durchströmt. (Fig. 442.)

Fig. 442.




### III. Wettermaschinen.[93])

Wettermaschinen sind bisher nur auf Steinkohlengruben angewendet worden. Die Maschinen, welche zur Bewegung von Luft bestimmt sind, wirken entweder luftverdünnend (saugend) oder luftverdichtend (blasend) und können daher auch zur Erzeugung von Wetterzug benutzt werden, indem die Veränderung in dem Dichtigkeitszustande der Luftschichten in unmittelbarer Nähe der Maschine eine Gleichgewichtstörung zur Folge hat, also das Nachfolgen neuer Lufttheile bedingt, wodurch eben der Wetterzug bewirkt wird.

Theoretisch erscheint es für die Wirkung gleichgiltig, ob saugende oder blasende Maschinen angewendet werden; es ergiebt sich zwar zu Gunsten der blasenden Maschinen eine kleine Ersparniss an bewegender Kraft, in der Praxis findet man aber, dass, wenn man Verluste an Arbeit möglichst vermeiden will, gute blasende Maschinen Schwierigkeiten darbieten, welche bei den saugenden nicht in demselben Maasse vorkommen. Hierzu kommt

---

[93]) Bluhme: Bericht über neuere Wettermaschinen in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 13. B. S. 181. — Ritter von Hauer: Die Ventilationsmaschinen der Bergwerke. Leipzig 1870. — Werner: Theorie der Turbinen, Kreiselpumpen und Ventilatoren in Zeitschr. des Vereins deutscher Ingen. Bd. 13. S. 363. — Fink: über die Construction der Centifrugalpumpen, Ventilatoren und Exhaustoren, ebenda. Bd. 14. S. 161. — Moll: über Centrifugalpumpen, Ventilatoren und Turbinen, ebenda. Bd. 15. S. 227.

aber ferner bei der Ventilation ganzer Grubengebäude, dass die Maschine, sowohl die blasende, wie saugende, den Schacht für andere Zwecke unbrauchbar macht; aber die blasende Maschine macht den einfallenden Schacht, welcher mit guter Luft angefüllt ist, unbrauchbar, während die saugende Maschine den ausziehenden Schacht mit verdorbener Luft erfüllt, also einen anderen für den Eintritt guter Luft frei lässt. Das Blasen würde allerdings, weil es die Pressung vermehrt, einigermassen der Entwicklung schlagender Wetter vorbeugen, erheblich aber ist dies nicht, da die grössten in der Praxis erreichten manometrischen Differenzen noch unter 100 Millimeter Wasser bleiben und kaum 80 Millimeter erreichen, also etwa nur 6 Millimeter Quecksilber. Daher findet man auch bei der Ventilation ganzer Gruben nur Wettersauger, während man den Wetterbläsern bei den kleineren Apparaten zur Belebung des Wetterzuges in einzelnen Grubenbauen begegnet. Es ist übrigens klar, dass durch Aenderungen in der Anordnung sich jede Wettermaschine leicht aus einer saugenden in eine blasende umwandeln lässt.

Mit Gebläsen verglichen ergeben Wettermaschinen folgende Unterschiede: die letzteren sollen bedeutende Luftmengen mit verhältnissmässig geringen Geschwindigkeiten bewegen und nur geringe manometrische Differenzen erzeugen, die Gebläsemaschinen dagegen müssen in den meisten Fällen kleinere Mengen Luft mit bedeutenden Geschwindigkeiten, daher starken manometrischen Differenzen liefern, da letzteres Moment erzeugend für die Geschwindigkeit wirkt. Daher haben sich auch die den besten Gebläsemaschinen nachgebildeten Wettermaschinen weniger bewährt, als solche, welche den Gebläsevorrichtungen zur Erzeugung schwacher Pressungen nachgebildet sind; es finden sich aber ausser diesen Nachahmungen auch für die Grubenventilation besonders construirte Vorrichtungen.

Alle Wettermaschinen lassen sich, wie folgt, eintheilen:

a. solche mit hin- und hergehender Bewegung, also intermittirender Wirkung, und zwar:
   1. Kolbenmaschinen,
   2. Glockenmaschinen (Harzer Wettersatz, Machine à clockes, Struve's Wetterpumpe);

soll hierbei der Nachtheil des Intermittirens aufgehoben werden, so muss man, da hier Regulatoren wie bei Gebläsen desselben Princips nicht wohl möglich sind, mindestens zwei derartige Apparate combiniren.

b. Maschinen mit rotirender Bewegung, die eigentlichen Ventilatoren, und zwar
   1. Centrifugalventilatoren (gewöhnliche Wettertrommel, Ventilator von Combes, Letoret, Guibal, Rittinger), welche die Luft tangential fortbewegen,
   2. Ventilatoren mit schiefen Flächen oder Schraubenflächen, welche die Luft durchschneiden und in der Richtung der Achse heraus-

drängen (Ventilator von Lesoinne, pneumatische Schraube von La Motte, Schneckenventilator von Pasquet),

c. Wetterräder, den Rotationspumpen entsprechend (Ventilator von Fabry, Lemielle).

Für alle diese Wettermaschinen, die, wie bereits angegeben, saugend wirken, also die Luft mit schlagenden Wettern gemengt zu Tage bringen, ist noch zu erwähnen, dass sie seitwärts vom ausziehenden Schacht, welcher leicht verbühnt ist, stehen, um bei etwaigen Explosionen die Maschine nicht zu gefährden. Die Bewegung der Ventilatoren erfolgt in den meisten Fällen durch Dampfmaschinen, zumal man es hier ausschliesslich mit Steinkohlengruben zu thun hat, wo die Kosten des Brennmaterials weniger ins Gewicht fallen.

*a.* Kolbenmaschinen.

Die Kolbenmaschinen sind den einfach wirkenden Kasten- oder Cylindergebläsen nachgebildet, sie sind stets zu zwei combinirt; die ersten Maschinen dieser Art sind in den Jahren 1828 und 1830 in Belgien, wo man sie wohl überhaupt nur findet, angewendet und zwar mit stehenden quadratischen Kasten, später mit cylinderischen, in neuerer Zeit mit liegenden und rechteckigen Kasten.

Die Kasten oder Cylinder sind aus Bohlen, beziehungsweise Dauben zusammengefügt und mit eisernen Ringen gebunden, die eine Seite ist offen, die andere ganz mit Lederklappen belegt; ebenso sind die eisernen, mit einem durch Leder gehaltenen Haarwulst geliderten Kolben oben mit Lederklappen belegt, welche beim Kolben sich nach Oben, auf dem Boden des Kastens nach Unten öffnen, sie sind, um ihnen Steifigkeit zu geben, auf der oberen und unteren Seite mit Eisenblech beschlagen. Die Kolbenstangen zweier zusammengehörigen Kasten oder Cylinder sind durch einen Balancier verbunden, welcher durch eine darüber stehende Dampfmaschine in Bewegung gesetzt wird, oder die Dampfmaschine liegt zwischen den beiden Kasten, deren Kolben mittelst über Rollen geführte Ketten mit der Maschine in Verbindung stehen.

Beim Gange des Apparats findet ein Schwanken des Wassermanometers an den Cylindern statt und zwar Depression beim Aufgange der Kolben, Compression beim Niedergange, die Summe beider Manometerstände kann als Maass der geleisteten Arbeit dienen, wenn man sie mit einem direkt an der Schachtmündung angebrachten Manometer vergleicht und zunächst von Reibungswiderständen und anderen Hindernissen absieht.

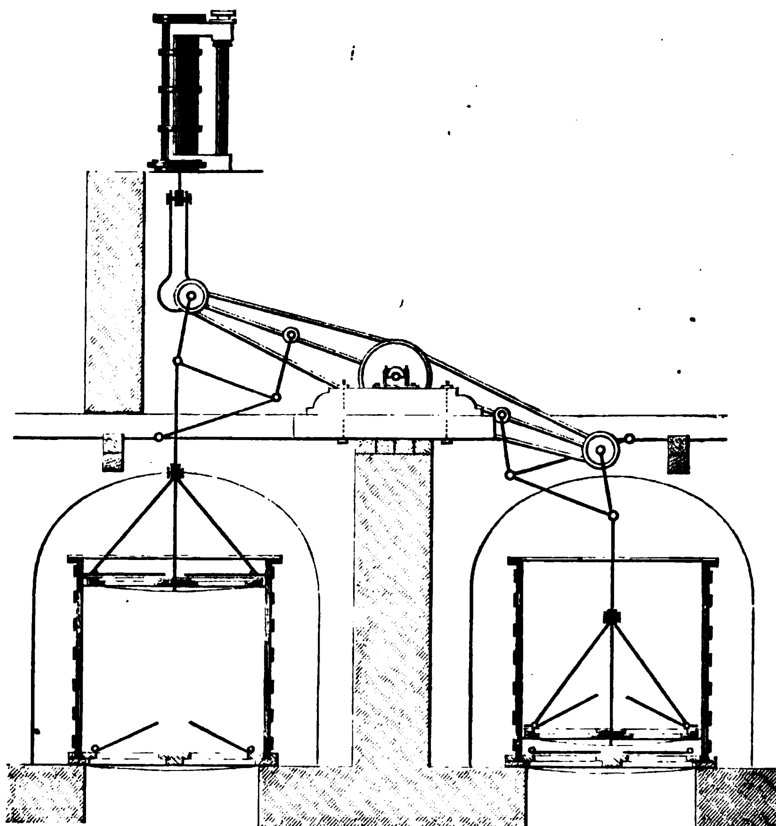
Effecte. Die Maschine auf der Grube Bonne Espérance bei Seraing,[94]) von welcher Fig. 443 nach v. Hauer ein Bild gibt, hat zwei stehende Cylinder von 3,54 Meter Weite mit einem Kolbenhub von 1,6 bis 1,9 Meter, jeder Kolben hat 20 nicht contrebalancirte Klappen von Trapezform und

---

[94]) Ponson a. a. O. t. II. p. 123.

zwar 10 grosse und 10 kleine und macht in der Minute 9,4 bis 14,5 Kolbenspiele, so dass in der Sekunde im Durchschnitt etwa 8 Kubikmeter Luft angesaugt werden. Hierbei ergeben die Beobachtungen am Wassermanometer:

Fig. 443.



| | Kolbenspiel in der Minute | Depression im Schachte nach d. Wassermanometer | Manometer der Cylinder Depression | Compression | zusammen |
|---|---|---|---|---|---|
| 1. | 14,50 | 74 Millimeter | 140 Millimeter | 62 Millimeter | 202 Millimeter |
| 2. | 13,40 | 46 „ | 106 „ | 45 „ | 152 „ |
| 3. | 9,40 | 10 „ | 77 „ | 42 „ | 119 „ |

hieraus erhellt, dass, von allen Widerständen abgesehen, von der im Cylinder geleisteten Arbeit nur effectuirt ward:

$$\text{ad 1.} = \frac{74}{202} = 0{,}366$$

$$\text{ad 2.} = \frac{46}{152} = 0{,}303$$

$$\text{ad 3.} = \frac{10}{119} = 0{,}084$$

Die Verluste an Luft berechnen sich, da bei einem Kolbenwege von 1,9 Meter in der Sekunde 8,725 Kubikmeter geleistet werden müssten, auf 8,0 Procent.

Indem man ferner bei geöffnetem Schachte, also bei ungehindertem Ansaugen der Luft über Tage, die verschiedenen Widerstände in Angaben des Wassermanometers ermittelte, stellt sich schliesslich Folgendes heraus:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| nützliche Depression | 45 | Millimeter | | |
| nützlicher Effect = 45 . 0,92 = | 42 | „ | oder 4,858 | Pferdekräfte |
| Verlust an Luft = 45 . 0,08 = | 4 | „ | „ 0,422 | „ |
| Widerstand der Klappen | 106 | „ | „ 12,370 | „ |
| Reibung der Kolben | 30 | „ | „ 2,527 | „ |
| | | zusammen | 21,177 | Pferdekräfte, |

die wirkliche nützliche Leistung beträgt also nur

$$\frac{4{,}858}{21{,}177} \cdot 100 = 23 \text{ Procent.}$$

Die Pferdekräfte sind aus der Formel

$$S \cdot H \cdot v \cdot \frac{1000}{75}$$

berechnet, worin S die Kohlenfläche = 9,84 Quadratmeter, H die Manometersäule, v die Geschwindigkeit in der Sekunde, 1000 das Gewicht eines Kubikmeter Wasser bezeichnet.

Aus dem geringen Effect geht hervor, wie nachtheilig die Einwirkung ist, wenn die Klappen nicht contrebalancirt werden. Günstiger ist der Effect bei der Maschine, welche auf Grande Veine du Bois de St. Ghislain mit balancirten Klappen aufgestellt ist.[95]) Nach Glépin berechnet sich hier, wo die Arbeit des Motors direct mit dem Prony'schen Zaun zu 25 Pferdekräften gemessen worden ist, die nützliche Leistung bei Bewegung der Luft zu 40,4 Procent, überhaupt die höchste in Belgien beobachtete Leistung bei stehenden Kolbenmaschinen.

Bei so geringem Effect, ihrem grossen Volumen und den ansehnlichen Anschaffungs- und Unterhaltungskosten sind diese Maschinen eine Zeit lang ganz durch andere verdrängt worden, doch sind neuerdings derartige liegende Maschinen mit grossem Erfolge in Belgien von Mahaux aus-

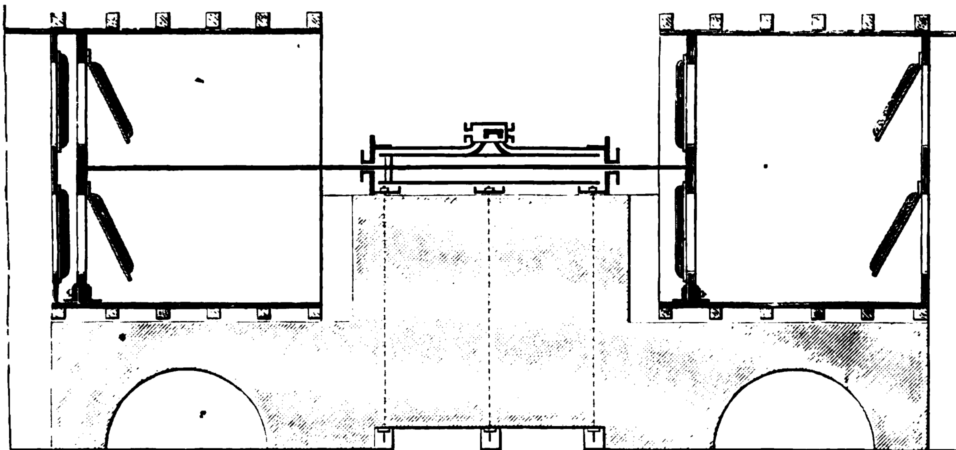
[95]) Combes t. II. p. 451.

geführt, Fig. 444, nach v. Hauer, bei denen der Widerstand der Klappen sehr gering ist.[96]) Es beträgt:

| | |
|---|---|
| die Breite der Kasten | 4,5 Meter |
| die Höhe „ „ | 3,75 „ |
| die Tiefe „ „ | 3,00 „ |
| die Kolbenfläche | 16,5 Quadratmeter |
| der Inhalt des Kastens | 50 Kubikmeter, |

jeder Kolben hat 4 Klappen, macht 17 Hübe in der Minute und saugt in der Sekunde 12,75 Kubikmeter Luft an. Die Depression beträgt 75 Milli-

Fig. 444.



meter und kann gesteigert werden bis 100 Millimeter. Der nützliche Effect soll 65 Procent ausmachen, was höher, als bei allen anderen Wettermaschinen wäre. In England hat man eine solche Maschine mit zwei Kasten von kolossalen Dimensionen aufgestellt.[97])

### *b.* Doppelt wirkende Kolbenwetterpumpen.

Doppelt wirkende Kolbenwetterpumpen hat man mit blasender Wirkung hin und wieder zur Ventilation einzelner Baue gebraucht.[98]) Auf den Steinkohlengruben zu Saarbrücken hat man dazu Zinkcylinder von (23 Zoll) 60 Centimeter Weite, (31 Zoll) 81 Centimeter Länge angewendet, deren Kolben durch 2 Arbeiter in Bewegung gesetzt wurden; auf der Steinkohlengrube Gewalt bei Steele hat man gusseiserne Cylinder von (6 Zoll) 16 Centimeter

---

[96]) Annales des travaux publics de Belgique. t. XV. pag. 40.
[97]) Berg- u. hüttenm.- Zeitg. v. Bornemann u. Kerl. Freiberg 1862. S. 39.
[98]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 8. A. S. 196.

Durchmesser und (36 Zoll) 1 Meter Länge benutzt, deren Kolben durch ein kleines Wasserrad bewegt wurden, wozu man die Wasser, (20 Kubikfuss) 0,6 Kubikmeter in der Minute, aus einer höheren Sohle entnahm.

### c. Harzer Wettersatz.

Der Harzer Wettersatz entspricht unter den Gebläsen dem Baader'schen Glockengebläse. Derselbe wird recht häufig mit Nutzen angewendet, um ein Schachtabteufen oder die ersten davon abgehenden Baue zu ventiliren, wobei er sowohl saugend, wie blasend wirken kann, doch ist das Erstere das Häufigere; auch wird er bald einfach-, bald doppeltwirkend construirt.

Der einfach wirkende, saugende Apparat, Fig. 445, hat einen prismatischen oder cylinderischen Kasten, dessen Boden mit angebrachten Ventilen nach Oben gekehrt ist; dieser Kasten taucht mit seiner offenen Seite in einen anderen, oben offenen und mit Wasser gefüllten Kasten, durch dessen Boden eine mit Ventil versehene Lutte hervorragt. Gewöhnlich wird der innere Kasten mittelst eines kleinen Krummses an das

Fig. 445.

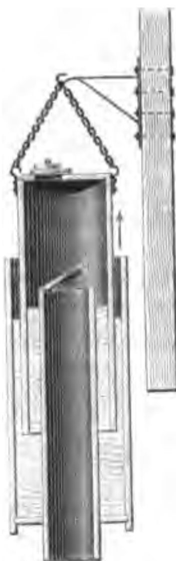
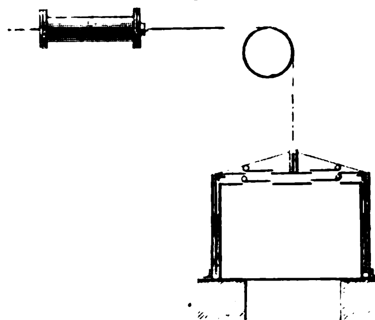


Fig. 446.



Pumpengestänge gehängt. Beim Aufgange des innern Kastens wird die Luft aus dem Grubengebäude durch die Lutte angesaugt und beim Niedergange aus dem innern Kasten herausgedrückt. Man kann auch zwei solcher Sätze mittelst eines Balanciers über ein und demselben Luttenstrang combiniren. Der Stand des Absperrungswassers giebt die manometrische Pressung direkt an. Die Verminderung des schädlichen Raumes, welcher durch Compression der in dem Kasten befindlichen Luft gebildet

wird, kann durch eine entsprechende Gestalt des oberen Bodens bewirkt werden.

Den saugenden Apparat kann man durch einfache Umkehrung des Ventilspiels in der Lutte und dem Boden in einen blasenden verwandeln, während das Ventil in der Lutte beim Saugen nach Oben aufzuklappen hat, muss es beim Blasen sich nach Unten öffnen, und umgekehrt das Ventil im Kastenboden.

Man kann auch unter Weglassung des Ventils im Boden den Apparat so einrichten, dass er von einem entfernten Punkte ansaugt und an einem andern Orte ausbläst, indem man ausser der Zuführungslutte unter dem beweglichen Kasten eine zweite Lutte zum Abführen der angesaugten Luft anbringt.[99])

### *d.* Glockenmaschine zu Marihaye.

Die Glockenmaschine (machine pneumatique à cloches plongeantes)[100]) besteht, Fig. 446, aus einer Glocke oder einem Hut aus Eisenblech von 3,66 Meter lichtem Durchmesser, 2,6 Meter Höhe, welcher sich in einem ringförmigen Raum zweier feststehenden Eisenblechcylinder von 3,51 Meter und 3,81 Meter Durchmesser bewegen; der ringförmige Raum, welcher $\frac{3,81 - 3,51}{2} = 0,30$ Meter Breite hat, ist mit Wasser gefüllt. Der innere feststehende Cylinder hat oben einen Boden oder Deckel mit 8 grossen und 8 kleinen Lederklappen, wie auch der Deckel des Hutes mit einer gleichen Zahl Lederklappen versehen ist. Die Klappen werden durch Hebel und Gewichte contrebalancirt, was indess nicht vollständig geschehen kann, weil die Hebel verschiedene Neigung je nach dem Oeffnen der Klappen annehmen. Zwischen den beiden Glockenapparaten befindet sich eine liegende Dampfmaschine, deren Cylinderkolbenstange an beiden Deckeln durch Stopfbüchsen geht und mittelst Gliederketten, welche über Rollen geführt sind, die Glocken angreift, welche ihrerseits in Führungsstangen sich auf- und abbewegen. An den Hüten finden sich Manometer, welche ähnlich wie bei den Kolbenmaschinen schwanken. Der ganze Apparat ist ein vervollkommter Harzer Wettersatz, in welchem die aus dem Schachte kommende Lutte zu dem inneren feststehenden Cylinder umgebildet ist. Experimente von Glépin haben folgende Resultate mit diesem Apparat ergeben:

angesaugte Luftmenge in einer Sekunde . . . . . . . . 5,428 Kubikmeter
am Wassermanometer Summe der Depression und
Compression . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 34 Millimeter

---

[99]) Dr. Jul. Weisbach, Lehrbuch der Ingenieur- u. Maschinen-Mechanik Bd. 3. S. 997. 1005. — Combes a. a. O. t. II. p. 509.

[100]) Ponson a. a. O. t. II. p. 133.

Gewicht von 1 Kubikmeter Luft, mit Wasserdampf gesättigt, bei der Temperatur der äussern Luft von 5,5 Grad und einem Barometerstande von 765 Millimeter . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 1,277 Kilogramm

Druckhöhe in Luft umgesetzt . . . . . . . . . . . . . . 26,72 Meter.

Hiernach beträgt die Nutzleistung

$$\frac{5{,}428 \,.\, 26{,}72 \,.\, 1{,}277}{75} = 2{,}47 \text{ Pferdekräfte.}$$

Die theoretische Kraft der Dampfmaschine beträgt 9,3 Pferdekräfte, wovon zwei Drittel oder 6,2 Pferdekräfte übertragen werden, so dass der nützliche Effect $39\frac{1}{2}$ Procent beträgt.

Durch die Experimente von Trasenster ist festgestellt, dass, ähnlich wie bei Kolbenmaschinen, bei langsamem Gange der Effect sinkt, der grösste Effect wird erzielt bei 10 Doppelspielen in der Minute; seine manometrischen Beobachtungen und die Berechnungen der Reibungswiderstände ergeben:

| | | |
|---|---|---|
| den nützlichen Effect zu . . . . | 3,711 | Pferdekräfte |
| den Verlust an Luft . . . . . . | 0,323 | „ |
| den Widerstand der Klappen | 3,037 | „ |
| den Widerstand des Wassers | 0,083 | „ |
| die Reibung der Rollenzapfen | 0,570 | „ |
| zusammen | 7,724 | Pferdekräfte |

Die Arbeit im Dampfcylinder ist theoretisch ermittelt zu 11,3 Pferdekräften, wovon also 68 Procent auf die Hüte wirklich übertragen und 33 Procent nutzbar gemacht werden.

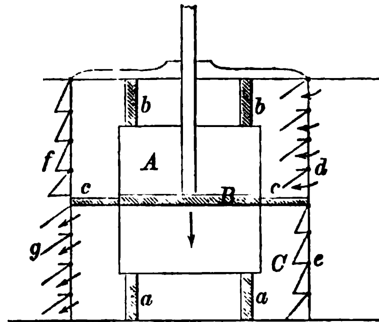
### e. Wettermaschine von Struve.[101])

Die Wettermaschine von Struve ist in England, besonders auf Steinkohlengruben in Wales zur Anwendung gelangt. Sie ist gewöhnlich gleichfalls mit zwei Hüten, selten mit einem versehen; jede Glocke ist gewissermassen doppeltwirkend, indem sie beim Auf- und Niedergange saugt und bläst, wodurch eine andere Anordnung der Klappen bedingt wird, welche ganz seitwärts und auf fast vertikal stehenden Rahmen wirken, so dass das Ganze Aehnlichkeit mit den in Holland bei Entwässerungen gebräuchlichen Kastenpumpen erhält. Die Kastenpumpen haben folgende Construction: Ein äusserer Cylinder C in Fig. 447, welcher an der einen Seite mit dem Schachte, an der anderen mit der Tagesluft in Verbindung steht, ist an diesen beiden Seiten mit den Klappenrahmen defg versehen, oben und unten geschlossen; innerhalb dieses Kastens ist ein zweiter oben und unten offener Cylinder A angebracht, welcher durch die Träger aa und bb gehalten wird und in welchem sich der Kolben B bewegt, dessen Kolbenstange durch eine Stopfbüchse am oberen Deckel des äusseren Kastens

[101]) The Mining Journal. London 1868. p. 801.

hindurchgeht. Dieser letztere ist durch eine horizontale Trennungswand cc in zwei Theile getheilt. Beim Niedergange des Kolbens öffnen sich die Klappen bei d und g, durch die ersteren wird die Luft aus dem Schachte

Fig. 447.




in die obere Kastenabtheilung angesaugt, durch die anderen aus der unteren Abtheilung ausgeblasen; beim Aufgange schliessen sich die Klappen bei d und g und öffnen sich dagegen die bei e und f, so dass aus der oberen Kastenabtheilung ausgeblasen, in die untere angesaugt wird.

Auf demselben Princip beruht die von Struve in Swansea construirte Wettermaschine.

Auf der Grube Eagles Busch bei Neath in Glamorganshire ist eine derartige doppeltwirkende Maschine[102]) aufgestellt. Vom Wetterschachte aus führt ein in Ziegelsteinmauerung gesetzter, (5 Fuss) 1,5 Meter hoher, (6 Fuss) 1,8 Meter breiter Kanal zu zwei aufgemauerten Cylindern von (16 Fuss) 4,9 Meter Höhe, (18 Fuss) 5,5 Meter äusserem, (14 Fuss) 4,25 Meter innerem Durchmesser; innerhalb jedes dieser Cylinder ist von der Sohle des Kanals aus ein zweiter engerer Cylinder wasserdicht aufgemauert, von gleicher Höhe, wie der äussere Cylinder, so dass seine Oberkante um die Höhe des Kanals unter der Oberkante des äusseren Cylinders liegt, sein äusserer Durchmesser ist ($9\frac{1}{2}$ Fuss) 2,9 Meter, sein innerer ($4\frac{1}{2}$ Fuss) 1,4 Meter, die Verbindung dieser inneren Cylinder mit dem Hauptkanal erfolgt durch einen Querkanal, welcher sich an der Peripherie des äusseren Cylinders fortsetzt und in die Atmosphäre mündet, während der obere Theil des äusseren Cylinders durch einen senkrechten Kanal mit dem Hauptkanal in Verbindung gesetzt ist. Die beiden Stellen, wo der Querkanal den inneren Cylinder durchschneidet, sind mit hölzernen, (4 Quadratfuss) 0,372 Quadratmeter Fläche bietenden Rahmen versehen, welche durch Querhölzer in 12 Felder von (10 Zoll) 25 Centimeter Breite und (14 Zoll) 36 Centimeter Länge getheilt und mit Klappen aus dünnem Eisenblech bedeckt sind, indem sie mit 3 Lederriemen an die Querhölzer

---

[102]) Busse, Notizen über den Steinkohlenbergbau Englands in Zeitschrift f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 6. B. S. 110.

aufgenagelt und auf der inneren Seite mit weichem dünnen Leder gelidert sind; die Klappen des einen Rahmens öffnen sich nach Innen, die des andern nach Aussen. An dem oberen Theile des äusseren Cylinders befinden sich senkrecht über den unteren gleichfalls Rahmen von derselben Grösse und Eintheilung, deren Klappen sich in entgegengesetzter Richtung öffnen, wie die der unteren. Der Ring zwischen dem inneren und äusseren Cylinder ist (7 Fuss) 2,134 Meter hoch mit Wasser gefüllt, in welches ein Eisenblechhut von (12 Fuss) 3,658 Meter Durchmesser und ($8^1/_2$ Fuss) 2,591 Meter Höhe eintaucht; derselbe ist in Leitungsstangen geführt und wird durch die Dampfmaschine durch Vermittelung von Kunstkreuzen auf- und niederbewegt. Da der äussere Cylinder oben mit starken Bohlen luftdicht geschlossen ist, so wird beim Niedergange des Huts im oberen Cylinder durch den einen Rahmen Grubenluft angesaugt und durch den entgegengesetzten Rahmen des inneren Cylinders die vorher angesaugte Luft in die Atmosphäre ausgeblasen, während beim Aufgange des Hutes das umgekehrte Spiel stattfindet. Da die Kreuze beider Hüte mit einander verbunden sind, so findet ein continuirliches Ansaugen und Ausblasen statt, wozu, indem das Gewicht beider Hüte sich gegenseitig abbalancirt, eine sehr grosse Kraft nicht erforderlich ist, und die Maschine nur 6 bis 8 Pferdekräfte besitzt; die Hubhöhe beträgt (6 bis 8 Fuss) 1,829 bis 2,438 Meter, bei (200 Fuss) 60 Meter Geschwindigkeit würde man theoretisch mit beiden Hüten (45239 Kubikfuss) 1280 Kubikmeter Grubenluft in der Minute ansaugen, doch bleibt die Wirklichkeit weit hinter dieser Leistung zurück. Derartige Wettermaschinen finden sich auch auf den Gruben Mynide-Bash-Y-Glo und Bryndie bei Pycle in der Nähe von Swansea, wo nur die Hüte grösser und statt eines Klappenrahmens deren zwei oder drei angebracht sind.

Nach Dickinson giebt eine Maschine mit nur einem Hut von (17 Fuss) 5 Meter Durchmesser und ($6^1/_2$ Fuss) 2 Meter Hub auf Westminster Colliery in Derbyshire mit 8 Doppelhüben in der Minute (23608 Kubikfuss) 670 Kubikmeter Grubenluft und auf 1 Pfund verbrauchter Kohle (5233 Kubikfuss) 150 Kubikmeter Luft, die Depression am Wassermanometer ist, wie natürlich, sehr schwankend, von (0 bis $1^3/_4$ Zoll) 0 bis 44 Millimeter bis zur Mitte des Niederganges und bis (2 Zoll) 51 Millimeter bis zur Mitte des Aufgangs, im Mittel (1,41 Zoll) 35 Millimeter. Auf Riscagrube, wo im Jahre 1862 eine grosse Explosion stattfand, haben die Hüte (18 Fuss) 5,5 Meter Durchmesser, (6 Fuss) 1,8 Meter Hub und saugen mit 8 Hüben in der Minute (48 bis 50000 Kubikfuss) 1360 bis 1415 Kubikmeter Grubenluft an bei etwa (3 Zoll) 76 Millimeter Wasserpressung.

Die Struve'sche Wettermaschine beruht auf derselben Grundlage, wie die Glockenmaschine zu Marihaye und hat mit dieser den Uebelstand gemein, dass der schädliche Raum sehr gross ist, wodurch sich auch wohl ein stossweises Anziehen der Wetter bei dem Wechsel der Bewegung auf

dem höchsten und tiefsten Stande bemerkbar macht, was auch in weiterer Entfernung vom Schachte nachtheilig wirken muss. Zur Beseitigung dieses Uebelstandes ist vorgeschlagen worden, 3 Hüte anzuwenden.

### *f.* Wettermaschine von Nixon.

Die Maschine von Nixon,[103]) welche auf der Navigation Colliery aufgestellt ist, gründet sich auf dasselbe Princip, wie die von Struve. Sie besteht aus zwei doppelt wirkenden hölzernen Kasten, in denen sich Kolben von (30 Fuss englisch) 9,144 Meter Breite und (22 Fuss) 6,705 Meter Länge oder Höhe, mit (7 Fuss) 2,134 Meter Hub bewegen; zur Erleichterung der Bewegung, welche durch eine Dampfmaschine bewirkt wird, laufen die Kolben mittelst Rollen auf Schienen. An der oberen Stirnwand beider Kasten befinden sich die Druckventile, an der unteren die Saugventile, welche, wie bei Struve, aus einer grösseren Anzahl kleinerer Ventile zusammengesetzt sind; dieselben bestehen aus Holzklappen mit einem Ledercharnier und haben daher ein geringes Gewicht, so dass sie sich schnell schliessen und das Durchströmen der Luft erleichtern. Die Kolben können wegen ihrer grossen Dimensionen nicht bis unmittelbar an die Stirnwände der Kasten gerückt werden, so dass ein beträchtlicher schädlicher Raum verbleibt und der Windeffect sehr herabgedrückt wird, welcher auf 0,5 gefunden ist.

### *g.* Kolbenwettersatz.

Auf der Steinkohlengrube Mathilde in Oberschlesien hat man eine sehr einfache Vorrichtung getroffen, um kleinere Theile des Grubengebäudes mit frischen Wettern zu versehen.[104]) Ein gewöhnliches, vertikal stehendes Kolbenrohr von (20 Zoll) 523 Millimeter Weite ist oben und unten mit je einem hölzernen Ventilkasten versehen, von denen jeder zwei Klappenventile zum Aus- und Einströmen der Luft enthält. In dem Rohre befindet sich ein Kolben, dessen auf- und abwärtsgehende Bewegung durch Anschliessung an das Kunstgestänge der Wasserhaltungsmaschine bewirkt wird. Der Apparat wirkt blasend und unterhielt bei ungefähr 6 Hüben in der Minute einen lebhaften Wetterwechsel auf einer (230 Lachter) 480 Meter langen Strecke, in welcher die eingeblasene Luft durch einen Luttenstrang vor Ort geführt wurde.

### *h.* Centrifugalventilatoren.

Zur Zeit herrscht noch wenig Uebereinstimmung hinsichtlich der Theorie der Centrifugalventilatoren, weshalb sich auch so mannigfaltige Constructionen finden; jedenfalls ist ein Unterschied zu machen zwischen

---

[103]) v. Hauer a. a. O. S. 12. — The Mining Journal. London 1868. p. 801.
[104]) Hauchecorne a. a. O. S. 87. — Glückauf. Essen 1869. Nr. 33.

den Ventilatoren als Gebläsemaschinen und denen als Wettermaschinen, denn bei jenen soll starke Pressung erzeugt und eine verhältnissmässig geringe Luftmenge bewegt werden, während bei den Wettermaschinen das Umgekehrte stattfindet.[105])

### 1. Wettertrommel.

Die Centrifugalventilatoren sind seit langer Zeit beim Bergbau als Wettertrommel zur Ventilation einzelner Baue angewendet. Dieselbe besteht aus einer Flügelwelle innerhalb eines Gehäuses, welches mit einer centralen Saug- und einer tangentialen Ausblaseöffnung versehen ist; je nachdem man die Lutten an die eine oder andere Oeffnung anbringt, wirkt die Trommel in Bezug auf einen entfernten Punkt blasend oder saugend, sie kann auch bei einem Standpunkte in der Mitte zwischen den beiden betreffenden Punkten gleichzeitig saugend und blasend wirken, was aber wohl nur bei sogenannten doppelten Trommeln vorkommt.

Ueberwiegend ist der Gebrauch als Bläser, wozu der Grund darin zu liegen scheint, dass mit grösserer Leichtigkeit die Blaselutten angesteckt werden können, was allerdings bei engen Bauen nicht ganz unwichtig ist, denn um die Sauglutten linear fortführen zu können, muss eine Krümmung an der Saugöffnung stattfinden. Eine blasende Trommel bedarf immer des Gehäuses, eine saugende dagegen kann unmittelbar an ihrem Standorte ausgiessen und würde daher an der ganzen Peripherie offen sein können, dennoch findet man sie wohl überall mit einem Gehäuse, wenn man von dem vereinzelten Falle auf dem Hauptschlüsselerbstolln in Oberschlesien[106]) absieht.

Die Verschiedenheiten der in Anwendung stehenden Wettertrommeln beziehen sich:

1. auf die Gestalt der Flügel, welche radial stehen, convex gekrümmt, concav gekrümmt sein können,
2. auf die Stellung des Flügelrades im Gehäuse; dieselbe ist radial mit cylinderischem Gehäuse, excentrisch mit spiralem Gehäuse,
3. auf die Art der Bewegung, welche entweder mit der Kurbel allein oder mit der Kurbel und Getriebe oder mittelst Uebertragung durch Riemen oder Band ohne Ende stattfindet.

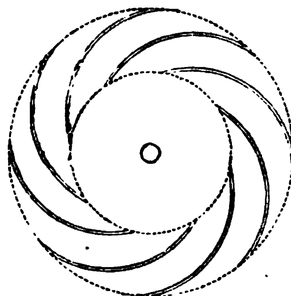
---

[105]) Weisbach a. a. O. Bd. 3. S. 1122. — Combes a. a. O. t. II. p. 452. — Ponson a. a. O. t. II. p. 142. — Combes, traité complet de l'Aérage des mines. Bruxelles 1840. Specialabdruck aus Annales des mines. 3. Série, tome 15. p. 91. 167. — Rittinger, Centrifugalventilatoren und Centrifugalpumpen. Wien 1858. — Redtenbacher, Theorie und Bau der Turbinen und Ventilatoren. Mannheim 1854. — Werner, Fink, Moll in Zeitschr. des Vereins deutsch. Ingen. a. a. O.

[106]) Krug v. Nidda, der beim Gegenortsbetriebe des Hauptschlüsselstollns in Oberschlesien angewendete Ventilator in Dr. Karsten u. Dr. v. Dechen Archiv. 1845. Bd. 19. S. 701.

Die alten Wettertrommeln haben in gewöhnlich sehr grossen Dimensionen Holzconstruction, radiale Flügel, directe Kurbelbewegung, centrale Stellung des Flügelrades, die neueren vermindern die Dimensionen, vermehren die Umdrehungen, wenden Eisen und Eisenblech an, bilden das Gehäuse nach einer Spirale, so dass die Luft aus jeder Abtheilung zwischen den Flügeln entweichen kann und nicht bis zum Ausfluss mitgeschleppt wird. Für eine derartige Stellung spricht sich auch Redtenbacher aus, welcher für solche Trommeln die Flügel zwischen 2 Ringen einsetzen will, wie in Fig. 448, so dass die Krümmung den äusseren Kreis tangirt und mit dem inneren einen Winkel macht, wie es auch Combes vorschreibt; andere lassen die Flügel mit der Krümmung aussen tangiren, innen radial stehen, Rittinger will concave Flügel, welche aussen radial, innen in einem Winkel stehen.

Fig. 448.



*aa.* Von Dollfuss werden folgende Regeln aufgestellt, wenn der Radius mit R bezeichnet ist,

die Saugöffnung $= 0{,}62\ R = S$
die Breite des Gehäuses $= 0{,}8$ bis $1{,}5\ R = B$
die Höhe des Blasehalses $= 1{,}4\ R = H$

die Flügelzahl so, dass die äussere Entfernung je zweier Flügel (8 Zoll) 21 Centimeter beträgt, die Flügel stehen Innen radial, sind nach Aussen gekrümmt.

Die Länge der Flügel $= 0{,}55\ R = L$, so dass ihr innerer Kreis kleiner ist, als die Saugöffnung.

*bb.* Buckle will $S = 0{,}50\ R$, eben so B und $H = 0{,}50\ R$ und den inneren Flügelkreis gleich der Saugöffnung S.

*cc.* Schwamkrugs Wettertrommel[107]) zum Handbetrieb mit Kurbel und Zahnradvorgelege kann saugend und blasend wirken; sie besteht aus einem excentrischen Flügelrad von (28 Zoll) 73 Centimeter Höhe, hat 6 Blechschaufeln von (8 Zoll) 21 Centimeter Länge und Breite und eine Ausblaseröhre von (8 Zoll) 21 Centimeter Breite und (7 Zoll) 18 Centimeter Höhe; ausserdem sind 3 spirale Blechschaufeln als Diffuser vorhanden, welche auf dem Gehäuse 4 Kanäle bilden, die sich von ($^3/_4$ Zoll) 20 Millimeter allmälig auf (2 Zoll) 52 Millimeter erweitern. Die Umsetzung der Getriebe beträgt $^{102}/_{12}$.

*dd.* Die Wettertrommel von Eckardt[108]) mit convexen Flügeln

---

[107]) Weisbach a. a. O. Bd. 3. S. 1148. — Jahrbuch für den Berg- und Hüttenmann. Freiberg 1855. S. 224.
[108]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 5. B. S. 79.

kann zugleich als doppeltwirkend gebraucht werden. (Fig. 449, 450.) Der Durchmesser des Flügelrades beträgt (16 Zoll) 42 Centimeter, dasselbe hat 6 Flügel, welche nach einem Halbkreise gebogen sind, dessen Radius ein Viertel des Raddurchmessers ist, die innere Breite des spiralen Gehäuses beträgt (4 Zoll) 10 Centimeter, die Ausblaseöffnung (4 Quadratzoll) 27 Quadratcentimeter. Die Flügel bestehen aus Eisenblech, sind an eine mittlere Scheibe angenietet, welche soweit ausgehauen ist, als die Saugöffnung beträgt; dieselbe hat eine etwa 3 Mal so grosse Fläche, wie die

Fig. 449.

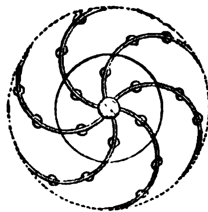
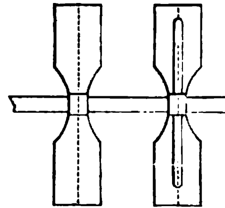


Fig. 450.



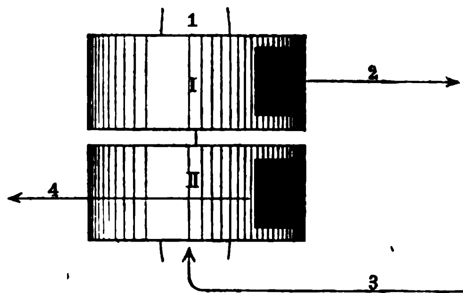
Ausblaseöffnung. An der Flügelradwelle befindet sich eine Riemenscheibe von (3 Zoll) 8 Centimeter Durchmesser, während das Riemenrad, welches zugleich als Schwungrad wirkt, und an dessen Achse die Kurbel angebracht ist, (5 Fuss) 1,5 Meter Durchmesser hat, die Umsetzungszahl ist $^{60}/_{3} = 20$ und in der Minute können 500 bis 1000 Umdrehungen gemacht werden.

Zwei solcher Trommeln können combinirt werden, wo dann eine gemeinschaftliche Scheidewand vorhanden sein kann; jede Abtheilung erhält dann nur eine centrale Oeffnung, die Achse der beiden Flügelräder ist gemeinschaftlich, die Krümmung der Flügel in beiden Abtheilungen in demselben Sinne. Eine solche combinirte Trommel wird insbesondere beim Vorhandensein schlagender Wetter zur Herstellung von Aufhauen angewendet, wo man sonst nur von der oberen Sohle nach der unteren abhauen dürfte, indem frische Wetter vor Ort geblasen, die entwickelten schlechten unmittelbar weggesaugt werden. Hierzu sind mindestens 3 Luttenstränge erforderlich und zwar: ein Blasestrang der einen Abtheilung nach dem Betriebsort, ein Saugstrang der anderen Abtheilung vom Orte weg, ein Blasestrang derselben Abtheilung nach einem ungefährlichen Punkte; steht aber die Trommel nicht innerhalb frischer Wetter, so muss auch die erste Abtheilung noch einen Saugstrang erhalten, um frische Wetter heranzuholen; der Gang der Wetter ist aus Fig. 451 ersichtlich, wo durch 1 gute Luft angezogen wird, welche durch 2 dem Ort zugeblasen wird, während durch 3 die schlechte Luft vom Ort weggezogen und durch 4 nach einem ungefährlichen Punkte weggeblasen wird.

Nach den gemachten Erfahrungen hat eine Abtheilung allein auf (60 Lachter) 125 Meter Länge mit vielem Widerstande in Holzlutten in der Minute (52,46 Kubikfuss) 1,6 Kubikmeter schlagende Wetter weg-

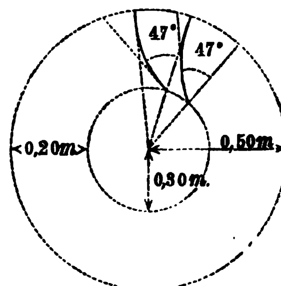
gesaugt; bei Anwendung beider Abtheilungen ist mit (968 Fuss) 300 Meter Lutten, welche 18 Krümmungen machten, eine Geschwindigkeit der Wetter von (6 Fuss) 1,883 Meter in der Secunde erreicht worden, wodurch (107 Kubikfuss) 3,3 Kubikmeter Luft in der Minute angesaugt werden.

Fig. 451.




*ee.* Grubenventilator von Rittinger, ausgeführt von Dinnendahl zu Huttrop bei Steele.[109]) Die Flügelstellung in diesem Ventilator beruht auf dem Grundsatz, dass, wenn man durch das innere und äussere Flügelende Radien zieht, Fig. 452, und ausserdem am innern Flügelende zu dessen Krümmung eine Tangente, der Winkel der letzteren mit dem betreffenden Radius 47 Grad ausmacht, im Uebrigen aber sind die Erfordernisse für jeden einzelnen Fall zu bestimmen. Einem grösseren, nur saugend wirkenden Ventilator hat Rittinger 0,50 Meter Radius gegeben, wovon die Kammer, in welcher sich 15 Flügel befinden, 0,20 Meter einnimmt, der Winkel der Flügel in obigem Sinne beträgt 47 Grad, ihr Krümmungshalbmesser 0,366 Meter. Die theoretische Leistung ist dahin ermittelt, dass 2,86 Kubikmeter Luft in der Secunde angesaugt werden, wenn 338 Umgänge in der Minute gemacht werden, wobei die Depression 4 Centimeter und die nöthige Kraft 1,5 Pferdekräfte beträgt; die Versuche haben bei 595 Umgängen in der Minute und 4 Centimeter Depression ein Ansaugen von 2,65 Kubikmeter in der Secunde ergeben, während nach der Zahl der Umgänge $\frac{595}{338} \cdot 2{,}86 = 5{,}06$ Kubikmeter Luft angesaugt werden müssten, so dass der Nutzeffect nur 52,37 Procent beträgt.

Fig. 452.




Giebt man diesem Ventilator ein Gehäuse, so ist dasselbe spiral; immer ist an der Saugöffnung ein Einlaufkegel vorhanden, um die Luft

[109]) Cossmann: über die Leistungen eines Rittinger'schen Grubenventilators in Berggeist. Köln 1860. S. 659. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Jhrg. 1860. S. 347. — Jahrb. des schles. Vereins f. B.- u. H.-Wesen. Bd. 2. Seite 403.

allmälig zwischen die Flügel zu führen, zu welchem Zweck man auch eine trompetenförmige Erweiterung des Saugrohrs anbringt.

Nach der Beschreibung von Cossmann ist dieser Ventilator nur (3 Fuss) 0,942 Meter hoch, (4 Fuss) 1,25 Meter lang, also sehr compendiös, er kann mit Räderuntersatz von beliebiger Spurweite angefertigt werden, ohne die Höhe zu vergrössern. Das Gehäuse ist spiralförmig; das darin sich drehende Flügelrad wird durch zwei Riemscheiben mit den Umsetzungsverhältnissen von 1:4 und 1:5 bewegt, so dass bei einer Umdrehung der (1 Fuss) 31 Centimeter langen Handkurbel das Rad 20 Umgänge macht. Das Rad hat an der einen Seite eine geschlossene, an der andern eine mit einer (9 Zoll) 24 Centimeter weiten Saugöffnung versehene Blechscheibe; an der letzteren sitzt der Saughals von (6 Zoll) 16 Centimeter Durchmesser, der sich trompetenförmig auf (9 Zoll) 24 Centimeter erweitert; an der geschlossenen Rückwand sitzt ein Einlaufkegel, dessen Spitze im Centrum der Saugöffnung sitzt. Das Rad enthält 8 Flügel von ($1^1/_2$ Zoll) 39 Millimeter Breite und (5 Zoll) 13 Centimeter Länge, so dass der Durchmesser des ganzen Rades (19 Zoll) 50 Centimeter beträgt. Das spirale Gehäuse, an dessen Anfangspunkt das Flügelrad dicht vorbeistreicht, endigt in eine rechteckige Ausblaseöffnung, an der sich ein Blasehals zum Anstecken von ($7^1/_2$zölligen) 20 Centimeter weiten Zinklutten befindet; die Ausblaseöffnung nebst Gehäuse lässt sich um die Achse des Rades drehen und durch Schrauben feststellen, so dass man den ausgeblasenen Strom nach jeder Richtung hin lenken kann.

Cossmann hat mit dem Ventilator Versuche angestellt mittelst eines Anemometer von Groten in Elberfeld mit einem Durchmesser von (1 Fuss englisch) 30 Centimeter, dessen Gebrauchsformel ermittelt war:

$$v = 0{,}454 + 0{,}8313\,u + 0{,}008\,u^2$$

wo u die Umdrehungszahl in der Secunde, v die Geschwindigkeit in derselben Zeit bedeutet; an dem Blasehals des Ventilators war eine (10 Fuss) 3 Meter lange bis auf (1 Fuss) 30 Centimeter sich erweiternde Lutte angelegt und vor dieser das Anemometer aufgestellt. Man fand:

| | Kurbelumdrehungen in 1 Minute | angesaugte Wetter mittelst 1 Kurbelumdrehung Kubikmeter | Geschwindigkeit Meter |
|---|---|---|---|
| beim 1. Versuch . . . . | 31,66 | 0,375 | 2,531 |
| beim 2. Versuch . . . . | 19,66 | 0,340 | 1,667 |
| beim 3. Versuch . . . . | 43,66 | 0,386 | 3,848 |

im Mittel werden also mittelst einer Kurbelumdrehung 0,367 Kubikmeter Luft angesaugt. Diese Versuche zeigen, dass eine gewisse Mittelzahl der Kurbelumdrehungen den besten Effect giebt, über welche hinaus auch schnellere Umdrehung nicht viel Leistung hinzufügt, worauf bei Centrifugalventilatoren für ganze Grubengebäude besonders Rücksicht zu nehmen ist. Während einer ganzen Schicht lassen sich im Durchschnitt in der

Minute 30 Umdrehungen machen, also ungefähr 11 Kubikmeter Luft ansaugen, welches Quantum bei langen Lutten allerdings abnehmen wird. Bei richtiger Riemenspannung genügt zur Ingangsetzung ein Gewicht von 12 bis 13 Pfund am Handgriff, während nach Ueberwindung der ersten Trägheit zur Erhaltung der Bewegung 10 Pfund genügen; dies ergiebt bei $^1/_2$ Umdrehung in der Secunde und 0,026 Meter Kurbellänge 0,026 . 3,14 . 5 = 0,4 Kilogrammmeter, so dass, was auch mit den Erfahrungen übereinstimmt, ein Grubenjunge zur Bewegung des Ventilators von Rittinger genügt.

*ff.* Die Universalventilatoren von Sievers & Comp. in Kalk bei Deutz werden an vielen Orten zur Ventilation einzelner Grubenbaue mit Erfolg angewendet.[110]) Dieselben wirken saugend und blasend. Dieselbe Fabrik fertigt auch einfach wirkende Ventilatoren, sowohl saugende, wie blasende. Sie werden zu einmännigem und zweimännigem Betrieb geliefert. Ein einmänniger Universalventilator liefert bei (4 Zoll) 105 Millimeter Luftdruck in der Wassersäule (200 Kubikfuss) 6 Kubikmeter Luft in der Minute, der zweimännige bei gleichem Druck (500 Kubikfuss) 15 Kubikmeter in der Minute.

*gg.* Von Reichenbach und Goylay ist ein Grubenventilator construirt, in welchem das Flügelrad durch ein Bürstenrad ersetzt ist.[111]) Auf der Ventilatorachse c (Fig. 453 und 454) ist eine hölzerne Radnabe f

Fig. 453.

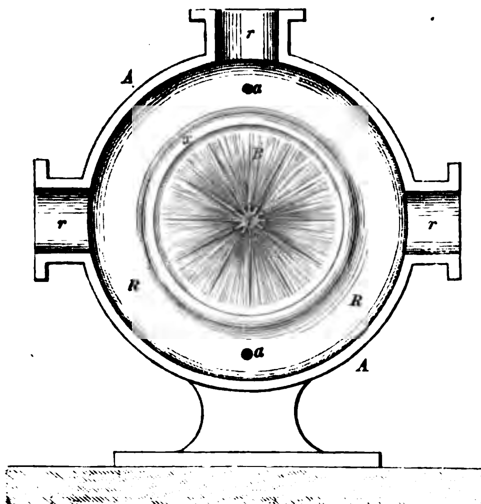
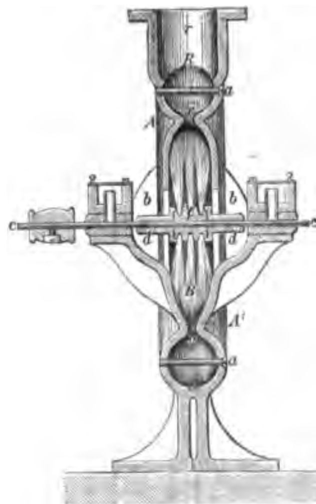



Fig. 454.




aufgekeilt, welche durch die gusseisernen Hülsen d festgehalten wird; in diese Holznabe ist eine rotirende kreisförmige Bürste B aus Fischbein,

[110]) Hauchecorne: a. a. O. S. 88. — Glückauf. Essen 1869. No. 33.
[111]) Dingler: polyt. Journal. Bd. 194. S. 411.

Draht oder anderem Material, in mehreren Reihen büschelförmig eingesetzt und zwar so, dass an der Basis der Büschel ausreichend Raum vorhanden ist, um der Luft den Eintritt zu gestatten. Das Bürstenrad B sitzt in einem Gehäuse, welches aus zwei, durch die Schrauben a zusammengehaltenen Hälften AA, besteht, welche die Luftrecipienten RR zwischen sich frei lassen; dieselben communiciren durch den Spalt x mit dem innern Ventilatorraum, in welchem sich das Bürstenrad bewegt. In der Mitte befinden sich zu beiden Seiten die Oeffnungen b, welche den Durchgang der angesaugten Luft gestatten. Die Luftrecipienten stehen mit den Abzugsröhren rrr in Verbindung, durch welche die angesaugte Luft getrennt oder vereinigt weiter geführt wird. Ueber die erfolgte nutzbare Anwendung dieses Apparats ist bis jetzt nichts bekannt geworden.

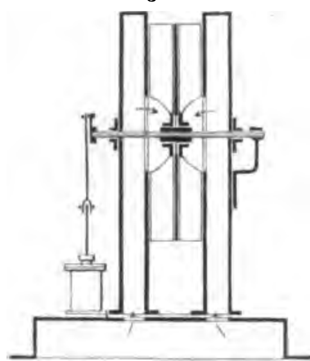
2. Ventilatoren für ganze Grubengebäude.

Diese Ventilatoren werden stets saugend angewendet und sind daher an der Peripherie offen und somit ohne eigentliches Gehäuse; sie werden zwischen vertikalen parallelen Wänden aufgestellt, die zuweilen verlängert sind und nach Rittingers Ausdruck als Auslaufwände bezeichnet werden können; Ausnahmen machen hinsichtlich der Aufstellung der Ventilator von Combes, wenigstens wenn er mit vertikaler Achse construirt ist, und hinsichtlich des Ausgiessens der Ventilator von Guibal, welcher ein Gehäuse hat. Alle Ventilatoren dieser Art haben den Vortheil, dass sie beim Stillstande den Schacht nicht verschliessen, vielmehr den Wetterzug auf natürlichem Wege bestehen lassen.

*aa.* Ventilator mit radialen Flügeln.

Hierin gehört das Wetterrad von Nasmyth,[112]) welches auf der Grube Abercarn in Südwales aufgestellt ist und zwar (3 Lachter) 6 Meter seitwärts vom ausziehenden Schachte. Fig. 455. Dasselbe hat einen Durchmesser von (13½ Fuss) 4,25 Meter, 8 Flügel aus Eisenblech von (3 Fuss) 0,942 Meter Länge, (3½ Fuss) 1,099 Meter Breite, welche mit Armen an einer Scheibe von (6 Fuss) 1,883 Meter Durchmesser befestigt sind; die Seitenwände sind von Eisenblech, mit 2 Saugöffnungen von (6 Fuss) 1,883 Meter Durchmesser versehen, der Spielraum des Rades gegen die Seitenwände beträgt (3 Zoll) 78 Millimeter. Die Radwelle ist (10 Fuss) 3 Meter lang, in der Mitte (8 Zoll) 21 Centimeter, in den Zapfen (4 Zoll) 10 Centimeter stark und ruht auf (9 Fuss) 2,825 Meter hohen gusseisernen Ständern. Dies Wetterrad ist durch eine

Fig. 455.



[112]) Der Berggeist. Jahrg. 1858. S. 28. — Dingler, polyt. Journ. Bd. 125. S. 241. — Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 1. B. S. 64.

Dampfmaschine von 13 Pferdekräften mittelst directer Krummzapfenbewegung betrieben; es werden 60 bis 80 Umgänge in der Minute gemacht. Der Effect ist in der Minute das Ansaugen

| | | | |
|---|---|---|---|
| beim natürlichen Wetterzug von | 752 | Kubikmeter | Luft |
| bei 60 Umdrehungen von . . . . | 1397 | „ | „ |
| bei 80 Umdrehungen von . . . . | 1748 | „ | „ |

Der Wetterschacht dient übrigens gleichzeitig zur Förderung und wird durch Klappen während des Ganges der Fördergefässe geschlossen gehalten.

*bb.* Ventilator mit zurückgeneigten ebenen Flügeln.

Der von Letoret[113]) angegebene Ventilator dieser Art ist auf den Gruben bei Mons vielfach im Gebrauch. Gewöhnlich hat er 4 Flügel oder Schaufeln aus Eisenblech, welche am Arme angenietet, bei den älteren Constructionen an Halbkreisen verstellbar, Fig. 456, bei den neueren aber fest sind. Die Anordnung geht aus Fig. 457 hervor. Man hat zwei Saugöffnungen und dann zuweilen eine mittlere Scheidewand aus Eisenblech,

Fig. 456.

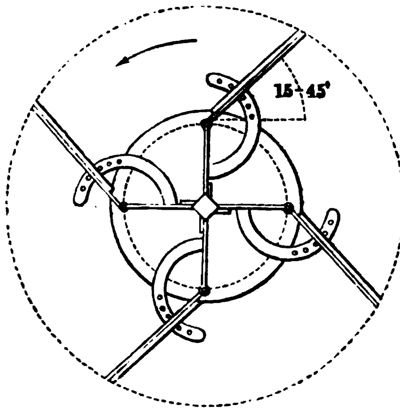
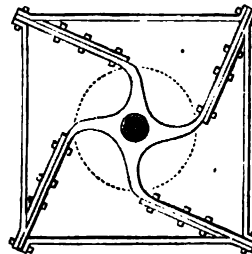



Fig. 457.



ohne dass man indess einen Unterschied in der Wirkung wahrgenommen hätte. Bei 2 von Glépin angestellten Versuchen war der Winkel, welchen die Flügel mit dem Radius machen, 105 und 135 Grad; nach Ponson ist die Verschiedenheit der Neigung indifferent, zu viel Neigung sogar schädlich. Zur Bewegung dienen in der Regel Dampfmaschinen von etwa 12 Pferdekräften. Der Durchmesser der zahlreich ausgeführten Ventilatoren liegt meist zwischen 2,5 und 3 Meter, nur selten haben sie 1,5 bis 1,9 Meter Durchmesser.

Die manometrischen Depressionen steigen bis 50 Millimeter und darüber. Nach den von Ponson mitgetheilten Versuchen liegt die Zahl

113) Ponson a. a. O. t. II. p. 152. — Burat, le Matériel des Houillières. Deutsch von D. Hartmann. 1861. S. 277.

der Umdrehungen zwischen 200 und 300 in der Minute, nur die kleineren kommen bis 400. Der nützliche Effect würde im grossen Durchschnitt nur 23 bis 26 Procent betragen.

Grössere Effecte giebt Burat bei folgenden Dimensionen an:

| | Ventilator auf der Grube Agrappe | Ventilator auf der Grube Escouffiaux |
|---|---|---|
| Saugöffnung | 1,60 Meter | 1,40 Meter |
| ganzer Durchmesser | 3,10 „ | 2,86 „ |
| Breite | 0,93 „ | 1,20 „ |
| Umdrehungszahl in der Minute | 260 | 185 |
| Depression | 0,03 Meter | 0,05 Meter |
| Leistung in der Secunde | 12 Kubikmeter | 6,5 Kubikmeter |
| Nutzeffect | 40 Procent | 44 Procent |

doch darf man gegen die Zahlen des Nutzeffects Zweifel hegen.

Wichtig ist für solche Ventilatoren die richtige Abmessung der Saugöffnung; wenn dieselbe zu gross ist, so entstehen leicht zwei Ströme, einer in der Nähe der Achse von den Grubenwettern, der andere am Umfange in umgekehrtem Sinne, indem äussere Luft eintritt; wenn die Saugöffnung dagegen zu klein ist, so steigert sich der Widerstand.

Theorie und Praxis zeigen überdies, dass die Leistung mit stärkeren Depressionen rasch sinkt, wie überhaupt das Windquantum einfach proportional, der Manometerstand wie das Quadrat, der Arbeitsaufwand wie der Cubus der Umdrehungsgeschwindigkeit sich verhält.[114])

Als Wettermaschine wählt man diesen Ventilator, wegen seiner Einfachheit, wegen der Nichtunterbrechung des Wetterzuges bei Stillständen, wegen des geringen Preises vorzugsweise in den Fällen, in welchen zur Ueberwindung der Widerstände keine sehr grossen manometrischen Pressungen erforderlich sind, also bei neuen Anlagen mit kurzen Strecken, so wie bei weiten Bauen.

### *cc.* Ventilator von Guibal.

Der Ventilator von Guibal ist identisch mit dem von Letoret, nur mit einem gemauerten Gehäuse versehen, so wie mit einer einzigen Auszugöffnung, welche durch eine verstellbare Klappe aus Eisenblech regulirt werden kann, dieselbe dient also als eine Art von Schütze. Die von Guibal selbst ausgeführten Constructionen[115]) haben 6 bis 8 Flügel und sind durch die Solidität der Ausführung ausgezeichnet. Fig. 458.

Auf der Grube Grisoeuil, Schacht No. 20. stehen 2 Ventilatoren, welche durch eine Zwillingsmaschine, deren Schwungrad als Riemenscheibe

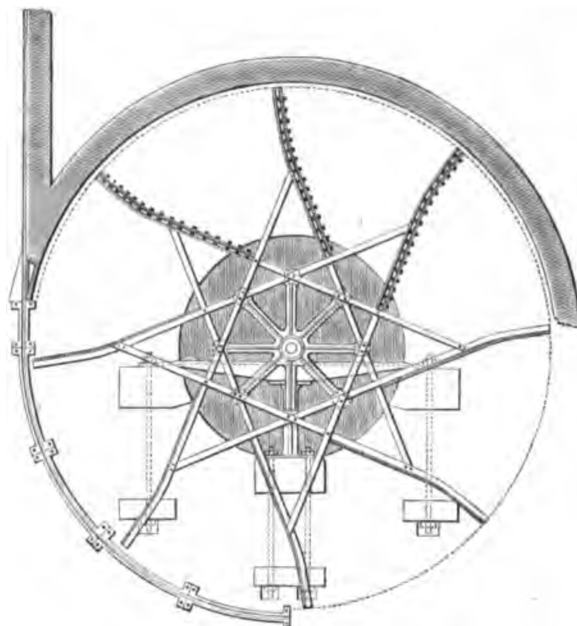
---

[114]) Weissbach a. a. O. Bd. 3. S. 1130.

[115]) Burat: le Matériel des Houillières a. a. O. S. 280. — Dr. Hartmann, allg. B.- u. Hüttenm.-Ztg. Quedlinburg 1860. S. 365. 1861. S. 421. — Berg- u. Hüttenm.-Ztg. von Bornemann u. Kerl. Freiberg 1860. S. 460. — Bluhme a. a. O. S. 186.

dient, betrieben werden können und zwar entweder jeder für sich, oder beide zugleich mit gleicher Geschwindigkeit oder mit verschiedener Geschwindigkeit, d. h. je von einem der beiden Cylinder der Maschine. Jeder der Ventilatoren hat eine Saugöffnung von 1,6 Meter, 4 Flügel aus Eisenblech mit 22 Grad Neigung gegen den äusseren Umkreis, einen Durch-

Fig. 458.



messer des Flügelkreises von 4 Meter, eine Flügelbreite von 1,5 Meter, ein gemauertes, kreisrundes Gehäuse von 4,5 Meter Durchmesser, 1,53 Meter Breite, so dass der Spielraum in der Richtung des Durchmessers 0,25 Meter, in der Breite 0,015 Meter beträgt; die Ausblaseöffnung ist 1,53 Meter weit, 2,5 Meter hoch und diese Höhe durch ein nach Innen geneigtes Blech auf 2,17 Meter verringert, doch hier nicht mit verstellbarer Klappe versehen; die Umsetzung der Maschine ist 3,3fach auf die Ventilatoren übertragen.

Wenn ein Ventilator allein betrieben wird, so ist der grösste Nutzeffect:

| | |
|---|---|
| Umgänge der Maschine in der Minute . . . | 10,51 |
| Spiele des Ventils in der Minute . . . . . . . | 35,01 |
| Depression . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 5 Millimeter |
| Luftquantum in der Secunde . . . . . . . . . | 4,56 Kubikmeter |
| auf den Ventilator wirklich übertragene Arbeit | 62 Procent |
| absolute Leistung der Maschine . . . . . . . | 1,14 Pferdekräfte |

das grösste Quantum wird erzielt:

bei Umgängen der Maschine in der Minute 47
bei Spielen des Ventils in der Minute . . . 156,51
bei Depression . . . . . . . . . . . . . . . . . . 53½ Millimeter
Luftquantum in der Secunde . . . . . . . . . 22,64 Kubikmeter
realisirte Arbeit . . . . . . . . . . . . . . . . . 46 Procent
absolute Leistung . . . . . . . . . . . . . . . .(?)42,2 Pferdekräfte

Wenn beide Ventilatoren mit gleicher Geschwindigkeit betrieben werden, so schwankt das Luftquantum zwischen 22,43 und 29,72 Kubikmeter in der Secunde, die Depression zwischen 50 und 75½ Millimeter, der Effect zwischen 51 und 44 Procent.

Nach den Versuchen ist übrigens die gleichzeitige Thätigkeit beider Ventilatoren unzweckmässig, und zwar um so mehr, je verschiedener ihre Geschwindigkeit gewählt wird.

Von einem anderen Ventilator auf derselben Grube, Schacht No. 3, wird angegeben,[116]) dass derselbe bei 8 Flügeln, 4,5 Meter Durchmesser, 1,27 Meter Flügelbreite und einer einzigen Saugöffnung von 2,25 Meter leistet:

Luftquantum in der Secunde . . . . . . . 28,74 Kubikmeter
Umgänge des Ventilators in der Minute 134
Depression . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 75 Millimeter
Nutzeffect. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 64 Procent

Aus Allem folgt der Nutzen des Gehäuses im Vergleich zu dem Ventilator von Letoret, andere Versuche ergeben die Vortheile, welche die Regulirungsklappe hat; auch den Ventilatoren von Fabry und Lemielle stehen die Ventilatoren von Guibal nur dann nach, wenn dauernd höhere Depressionen verlangt werden müssen.

Aus allen Bergrevieren wird die Anwendung des Ventilators von Guibal gemeldet. Auf dem Tiefbauschacht der Gruben des Freiherrn von Rothschild zu Mährisch-Ostrau[117]) hat man einen solchen von 9 Meter Durchmesser aufgestellt; derselbe hat 8 Schaufeln von je 3 Meter Länge und ist im Stande mit 58 bis 60 Umdrehungen in der Minute ca. (80000 Kubikfuss) 2472 Kubikmeter Luft anzusaugen, während er beim gewöhnlichen Gange der Maschine, einer 75 Pferde kräftigen Dampfmaschine, und bei mittlerem Barometerstande mit 44 bis 47 Umdrehungen (55000 bis 60000 Kubikfuss) 1700 bis 1854 Kubikmeter ansaugt. Die Saugöffnung beträgt (81 Quadratfuss) 7,978 Quadratmeter. Die in der Nähe des Radcentrums gemessene Depression der Luft beträgt (1,30 Zoll) 34 Millimeter bei einem Effecte von 1700 Kubikmeter, (1,90 Zoll) 49⅔ Millimeter bei einem Effecte von 2472 Kubikmeter. Dabei haben mehrere Versuche ergeben, dass die Saugöffnung am besten regulirt ist, wenn sie (3½ Fuss) 1,177 Meter Höhe und (9½ Fuss) 2,982 Meter Breite hat. Zu erwähnen

[116]) Dr. Hartmann, Ztg. Jhrg. 1861. S. 480.
[117]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1870. S. 18.

ist noch, dass über dem seitwärts des Ventilationsraumes befindlichen Wetterschachte, welcher mit jenem durch einen 7,978 Quadratmeter weiten Kanal verbunden ist, eine Glocke von Eisenblech liegt, welche den Schacht luftdicht verschliesst, aber im Falle einer Explosion in einer zu diesem Zwecke vorgerichteten eisernen Führung in die Höhe gehoben, dem durch die Explosion erzeugten heftigen Luftstrom die Entfernung nach Aussen gestattet und dann, von selbst auf die Mündung des Wetterschachtes zurückfallend, denselben sogleich schliesst und mit der Ventilationsmaschine wieder verbindet, so dass der regelmässige Wetterzug der Grube sofort wieder hergestellt ist.

Auf den Staatsgruben bei Saarbrücken sind bereits 11 solcher Ventilatoren aufgestellt, man hält die Construction von Guibal für die einfachste und von bester Wirkung,[118]) auch in Westfalen, in Schlesien sind solche vorhanden oder augenblicklich im Bau begriffen; die Fabrik von Sievers & Comp. zu Kalk bei Deutz hat davon mehrfache Anlagen ausgeführt; in neuerer Zeit ist damit auch die fiskalische Maschinenfabrik zu Gleiwitz beschäftigt. Einen sehr grossen Ventilator dieses Systems hat man auf der Grube Usworth bei Newcastle[119]) aufgestellt, um damit solche Leistungen zu erzielen, dass principiell über den Werth der Ventilatoren gegenüber den bis dahin in England allein angewendeten Wetteröfen entschieden werden kann. Derselbe hat einen Durchmesser von (45 Fuss englisch) 13,716 Meter, eine Breite von (12 Fuss) 3,658 Meter und trägt 10 Flügel; bei 40 Umgängen in der Minute saugt derselbe (147000 Kubikfuss) 4162 Kubikmeter Luft mit einer Depression von (2,8 Zoll) 69 Millimeter an. Andere Beispiele über die Benutzung des Ventilators von Guibal auf englischen Gruben werden erwähnt,[120]) es dürfte indess zu weit führen, sie einzeln hier aufzuzählen. Auch in Frankreich, namentlich auf den Gruben bei Anzin und Blanzy, findet sich der Ventilator von Guibal in Anwendung.[121])

### *dd.* Ventilator von Rittinger.

Der Ventilator von Rittinger, welcher bereits oben S. 257 beschrieben ist, steht in grossem Massstabe auf dem Schacht Arnold der Grube Heinrich Gustav in Westfalen, auch auf den Gruben Vollmond und Neu-Düsseldorf in Benutzung;[122]) auch auf österreichischen Bergwerken, z. B. auf dem Thinnfeldschachte zu Steiersdorf im Banat findet sich dieser

---

[118]) Pfähler a. a. O. S. 72.

[119]) Glückauf. Essen 1871. No. 18. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. 1871. S. 175.

[120]) The mechanical ventilation of mines in the Mechanics' Magazine. London. Vol. 91. p. 386. — The Mining Journal. London 1868. p. 801.

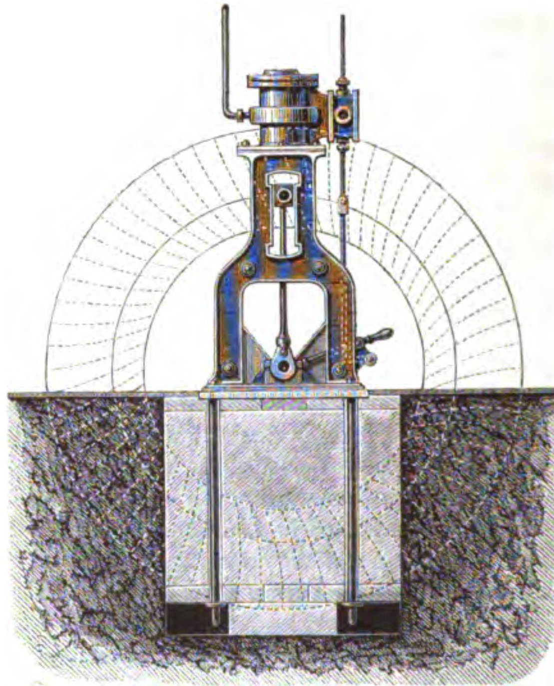
[121]) Burat: les houillères en 1867. Paris 1868. p. 161; desgl. en 1868. Paris 1869. p. 94.

[122]) Bluhme a. a. O. S. 184. — Der Berggeist. Jhrg. 1867. S. 46.

Ventilator mehrfach benutzt, so auch auf den Gruben der Kaiser Ferdinand Nordbahn bei Mährisch-Ostrau.[123]) Fig. 459.

Ein (16 Zoll) 0,419 Meter breites eisernes Rad von (13 Fuss) 4 Meter äusserem, (8 Fuss) 2,5 Meter innerem Durchmesser mit 62 Blech-

Fig. 459.



flügeln sitzt einseitig auf einer gusseisernen Nabe mit Einlaufkegel, die bewegende Maschine hat 12 Pferdekräfte und überträgt die Bewegung durch Vorgelege im Verhältniss von $2\frac{1}{2} : 1$; gegen den Wetterkanal, welcher (6 Fuss) 1,883 Meter Durchmesser hat, ist eine Liderung zum dichten Anschluss angebracht. Die Leistung des Ventilators ist auf 80 bis 100 Umdrehungen in der Minute und ein Luftquantum von (400 Kubikfuss) 12,366 Kubikmeter in der Secunde berechnet.

Während der Sommermonate setzte der Wetterzug auf der Grube Heinrich Gustav beim Stillstehen des Ventilators nach dem zweiten, höher gelegenen Schacht der Grube um, während vom November ab in den Wintermonaten die Wetter den umgekehrten Weg, also in der Wirkungsrichtung des Ventilators nahmen. Die Geschwindigkeit der Luftbewegung ist mit Hilfe eines Biram'schen Anemometers in der Minute ermittelt

---

[123]) Ritter v. Rittinger Erfahrungen. Wien. Jhrg. 1870. S. 13.

beim Stillstande des Ventilators zu 40 Meter mit 94 Kubikmeter Luft
beim Gange des Ventilators zu 188 „ „ 445 „ „
durch den Ventilator werden also in der Minute 351 Kubikmeter Luft mehr angesaugt.

*ee.* Ventilator von Combes.

Der Ventilator von Combes bietet nur noch historisches Interesse, er ist in der nicht realisirten Absicht construirt, die Austrittsgeschwindigkeit auf ein Minimum zu reduciren; er kann als ein Reactionsventilator betrachtet werden, und gleicht den Druckturbinen und den Tangentialrädern. Der Erfinder hat seit der ersten Construction im Jahre 1841 mannigfache Abänderungen eintreten lassen; zunächst gab er eine verticale Achse, später eine horizontale; im letzteren Falle ist der Ventilator durch Glépin ähnlich wie der von Letoret aufgestellt mit zwei Saugöffnungen, während Combes nur eine Saugöffnung hat. Ursprünglich ist der Ventilator mit 12 Flügeln construirt, von denen aber nur 4 ganz durchgehen, die übrigen in der Mitte durchbrochen sind, der Winkel der Flügel am inneren Kreise beträgt $19\frac{1}{2}$ Grad, am äusseren stehen sie tangential, ausserdem sind zahlreiche Einlaufcurven vorhanden, von denen jedoch nur 4 vollständig durchgehen, die anderen reichen nur ein Stück von der Peripherie aus ins Innere. Später sind die Einlaufcurven fortgelassen, die Zahl der Flügel auf 6 mit einem inneren Winkel von 14 Grad 54 Minuten reducirt, selbst auf 3 Flügel mit einem Winkel von 6 Grad 39 Minuten hat man sich beschränkt. Combes wendet einen Einlaufkegel an, welchen Glépin weglässt. Bei vertikaler Achse steht der Ventilator unmittelbar über dem Schacht, der von einer mit Wasser gefüllten Rinne umgeben ist, in welcher der Ventilator mit einem nach Unten vorstehenden Ringe läuft, so dass ein Abschluss gegen den Schacht hergestellt ist.

Nach Glépin soll bei 400 bis 542 Umdrehungen der Effect 36 bis 39 Procent der übertragenen Arbeit ausmachen, womit auch Combes übereinstimmt, während Ponson nur 15 Procent zugiebt.

*i.* Windrad- und Schraubenventilatoren.

1. Ventilator von Lesoinne.

Zwischen einem festen Kern und einem äusseren eisernen Ringe sind windschiefe Flügel eingesetzt, welche sich am Kern theilweise decken, wodurch dreieckige Kanäle entstehen; die Neigung ist, wie sie von Smeaton für Mühlen angegeben ist, am Kern 6 bis 7 Grad, am Umfang 18 bis 19 Grad, daher in der Mitte 12 bis 14 Grad. Fig. 460. Die Flügel bestehen aus Eisenblech von $1\frac{1}{2}$ bis 2 Millimeter Dicke und sind an Radien, welche am Kern und an der Peripherie befestigt sind, angenietet; der Durchmesser des Kerns beträgt 0,28 bis 0,30 Meter, der Durchmesser des ganzen Rades 2,6 bis 2,7 Meter, die Zahl der Flügel 6 bis 10; die Achse findet sich sowohl vertikal, wie horizontal.

Sie werden in der Gegend von Lüttich, wohl in Verbindung mit Wetterthürmen, dann aber meist nur im Sommer benutzt, so dass sie eigentlich wohl dem natürlichen Wetterzuge zu Hilfe kommen. Man wendet sie nur mit schwachen Depressionen von 5 bis 13 Millimeter an, wobei die angesaugte Luftmenge 7,5 bis 9 Kubikmeter in der Secunde, der nützliche Effect 25 bis 26 Procent beträgt; derselbe würde wahrscheinlich schnell sinken, wenn grössere Depressionen verlangt werden, weshalb der Apparat nicht zu empfehlen ist.

Fig. 460.

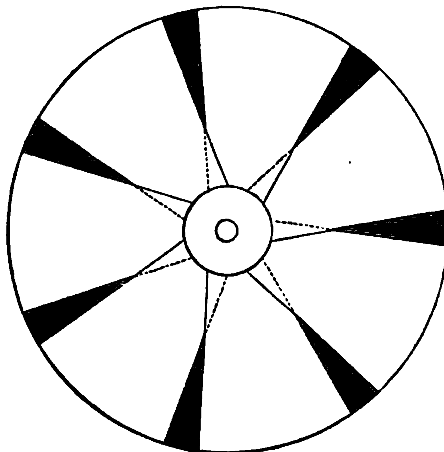
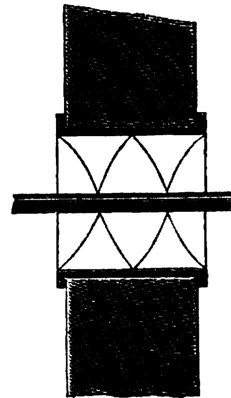


Fig. 461.



2. Schraube von La Motte.

Innerhalb eines gemauerten Bassins bewegt sich ein horizontaler guss eiserner Cylinder, an welchem eine Schraube oder Schnecke mit Gängen aus Eisenblech genietet ist, theils vollständig umlaufend, theils aus Stücken von Gängen bestehend. Fig. 461. Die Bewegung erfolgt von der Umtriebsmaschine aus mittelst Riemen ohne Ende, welche zuweilen, da sie bei zahlreichen Umgängen leicht ein Gleiten veranlassen, mit Bandseilen vertauscht sind. Der Durchmesser der Schraube wird zwischen 0,8 und 3 Meter angegeben, die Umgänge in der Minute zwischen 750 und 189, die Depression auf höchstens 25 Millimeter, wobei Ponson eine Nutzleistung von 20 bis 21 Procent im Maximum ermittelt.

3. Schneckenventilator von Pasquet.

Bei dem Ventilator von Pasquet gehen von einem äusseren Ringe, welcher dicht an der Kanalmündung des ausziehenden Wetterschachtes vorbeistreicht, bis zu einem inneren cylinderischen Kern 3 bis 6 Flügel, von denen jeder $^1/_8$ bis $^1/_6$ eines vollständigen Schraubenganges bildet; da der folgende Flügel sich unten am Kern da ansetzt, wo der vorhergehende oben am Ringe endigt, so entstehen rechteckige Kanäle für den Austritt

der Luft; ausser durch diese Kanäle ist jede Verbindung mit dem Innern durch cylinderische, an der oberen Fläche des Kerns angesetzte Bleche abgeschnitten. Der Austritt der Luft erfolgt entgegengesetzt im Sinne der Drehung.

Zur Bewegung dient eine Maschine von 8 Pferdekräften, die Depression beträgt 28 bis 40 Millimeter, die Zahl der Umgänge im Mittel 300, der Nutzeffect $27\frac{1}{2}$ bis $35\frac{1}{2}$; bei grösserer Depression sinkt auch hier der Effect.

### *k.* Wetterräder.

#### 1. Ventilator von Fabry.

Der Ventilator von Fabry entspricht den Rotationspumpen,[124] wozu der Erfinder als erste Idee zwei in einander greifende Walzen mit je 8 Zähnen angiebt; ausgeführt sind vornämlich solche mit 3 Zähnen oder in verbesserter Construction mit 3 Armen und beziehungsweise Kreuzschaufeln, neuerdings auch nur mit 2 Schaufeln.

Bei der ersten Construction hat man jedem der beiden Räder, welche zusammen den Apparat ausmachen, gusseiserne Kopfplatten, dem Räderprofil entsprechend, gegeben, welche mit Einsteigelöchern und Eisenblechwänden versehen sind; auch das Gehäuse, in welchem sich die Räder bewegen, ist gleichfalls aus Eisenblech hergestellt. Die reibenden Flächen beider Räder bestehen aus Holz und sind epicycloidal geformt, doch sind, um die Bewegung der Luft zu erleichtern und Stösse zu vermeiden, die Epicycloiden nicht bis Aussen fortgesetzt, sondern laufen in concave Kreisbogen aus. Die reibenden Kanten sind durch Ledereinlagen gedichtet, ebenso die in Berührung mit den vertikalen Seiten des Gehäuses stehenden Kanten der Räder.

Bei der zweiten Construction, welche aus Fig. 462 ersichtlich ist, hat man in jedem der beiden Räder auf den beiden Seiten der Achse ein Gussstück mit 3 radialen Armen und Verstärkungsrippen, über welche der Länge nach, parallel mit der Achse, Bretter gelegt werden, so dass Radialschaufeln entstehen. An diesen sitzen Kreuzschaufeln, ebenfalls aus Holz, aber ohne Ledereinlagen an den reibenden Kanten. Das Gehäuse oder der Trog ist gemauert, geht aber zuweilen nur bis zur Höhe der Achsenlager und ist dann in oberer Höhe aus Brettern gebildet, obwohl es besser ist, dasselbe in der ganzen Höhe aufzumauern; damit ein möglichst dichter Schluss stattfindet, bekleidet man das Innere des Gehäuses mit Cement und bewegt das Rad, so dass die Schaufeln den Cementputz glatt streichen.

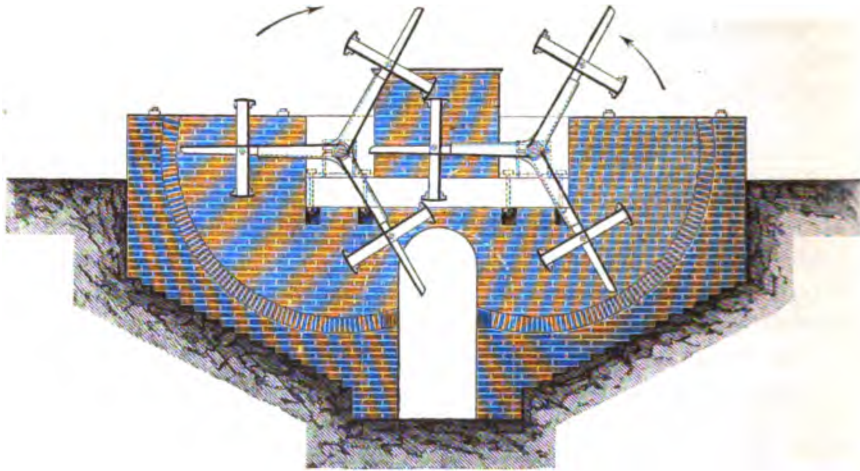
Die Umtriebsmaschine macht man 12 bis 15 Pferdekräfte und mehr stark, das Querhaupt derselben ist mit 2 Lenkstangen versehen, welche mittelst Krummzapfen die Wellen der beiden Räder angreifen.

---

[124]) Weisbach a. a. O. Bd. 3. S. 1112.

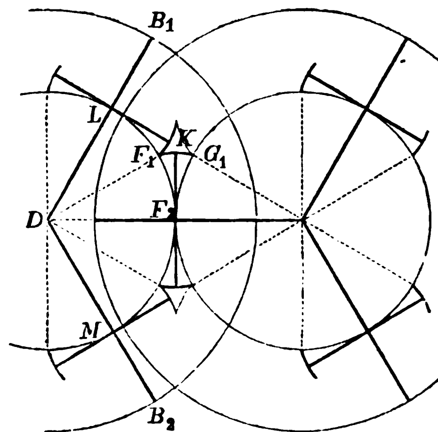
In der Regel wirkt der Ventilator saugend, wobei die Drehung der Räder einander zugewendet ist; bei der Drehung werfen die radialen Schaufeln die Luft nach den Seiten heraus, dabei schliessen die Epicycloiden ab, welche aber durch den Eingriff wieder Luft hineinbringen, was

Fig. 462.



gewissermassen die Wirkung des schädlichen Raumes herbeiführt: die Differenz beider Wirkungen gibt den Effect. Derselbe bestimmt sich theoretisch für eine Schaufel eines Rades als Inhalt eines Prismas von der Walzenlänge und einer Grundfläche, welche sich bildet, Fig. 463, aus

Fig. 463.




Sector $B_1\,DB_2$ — (Sector $DLF_2\,M$ + 4 $LF_1\,K$) =
Sector $B_1\,DB_2$ — (Sector $DLF_2\,M$ + 2 $F_1\,F_2\,G_1$)

Wenn R der äussere, r der innere Radius bis zur Kreuzschaufel, $\alpha$ der halbe Centriwinkel, l die Walzenlänge ist, so hat man den Unterschied der Sectorenprismen

$$v_1 = \alpha\,(R^2 - r^2)\,l$$

Der Inhalt des Segmentes $F_1\,F_2\,G_1$, welches von 2 Kreis- und einem Epicycloidenbogen begränzt wird, ist

$$v_2 = 8\,.\left(\frac{a}{2} - \sin\frac{\alpha}{4}\right) r^2\,l$$

also das Förderquantum einer Schaufel

$$V = v_1 - 2v_2$$
$$= \left[\alpha\left(R^2 - r^2\right) - 16\left(\frac{\alpha}{2} - 2\sin\frac{\alpha}{4}\right) r^2\right] l$$

Auf jede Umdrehung erhält man für beide Räder von 3 Schaufeln das Luftquantum $= 2\,.\,3\,.\,V$ und, wenn u die Zahl der Umdrehungen in einer Minute bezeichnet, die Luftmenge in einer Secunde

$$Q = 6\,.\,V\,.\,\frac{u}{60} = \frac{V\,.\,u}{10}$$

Setzt man $\alpha = \frac{\pi}{3}$ und reducirt in der oben erhaltenen Formel, so erhält man

$$Q = (\pi\,R^2 - 3{,}4278\,r^2)\,.\,\frac{u\,l}{30}$$

Ponson[125]) stellt dieselbe Berechnung für die erste Construction an und kommt zu der Formel

$$Q = 2\,l\,(\pi\,R^2 - (k + 0{,}866\,r)\,3\,r)$$

für jede Umdrehung, worin k die nützliche Länge des Epicycloidenbogens bezeichnet.

Die ältere Construction soll weniger schädlichen Raum haben, als die neuere.

Die Dimensionen werden für Ventilatoren mit 3 Zähnen oder Schaufeln angegeben von Ponson:

R = 1,73 Meter
l = 2,00 „
k = 0,27 „

die Entfernung der beiden Radachsen von einander zu 2 Meter;
von Burat:[126])

R = 1,70 Meter
L = 2 oder 3 Meter

die Stärke der Maschine = 12 Pferdekräfte oder 18 Pferdekräfte, das wirklich geleistete Luftquantum ist im Allgemeinen 70 Procent des theoretischen und steigt zuweilen auf 80 Procent, sinkt aber auch bei

---

[125]) Ponson a. a. O. t. II. p. 188.
[126]) Burat, le Matériel des Houillières a. a. O. S. 286.

starken Depressionen auf 50 und 45 Procent, ein Verlust, welcher durch das Wiedereintreten von Luft vermöge der Fugen des Apparats entsteht.

Nach Jochams[127]) scheint bei den kleineren Apparaten die vortheilhafteste Wirkung zu sein:

| | | |
|---|---|---|
| Umgänge in der Minute . . . | 36 bis 40 | Meter |
| Luftquantum in der Secunde | 12 bis 12,6 | Kubikmeter |
| Depression . . . . . . . . . . | 53 bis 41 | Millimeter |
| Effect . . . . . . . . . . . . . | 51 | Procent |

die grösseren geben nach Burat 15 Kubikmeter bei 50 bis 60 Millimeter Depression.

Ueberhaupt wirkt der Ventilator von Fabry nur günstig bei Depressionen, welche 20 Millimeter übersteigen, hat aber dabei den Vorzug vor anderen Wettermaschinen, dass bei starken Depressionen das Luftquantum und die Leistung nur langsam zurückgehen.

Für die Leistung entwickelt Trasenster[128]) nach Jochams Beobachtungen die empirische Formel

$$Q_1 = Q - 0{,}50 \sqrt{H}$$

wo Q das theoretische Luftquantum in Kubikmeter, H die Depression in Millimeter bezeichnet; nach Jochams[129]) soll diese Formel gut nur zu der alten dreizahnigen Form passen, während er für die neue mit 3 Schaufeln angiebt

$$Q_1 = Q - 0{,}56 \sqrt{H}$$

so dass diese etwas mehr Verlust veranlasst.

Neuerdings hat man diese Ventilatoren auch mit 2 Flügeln construirt, diese haben aber den Nachtheil, dass sie fast ganz im Gehäuse verborgen bleiben, also schwer zu beobachten und zu repariren sind, weshalb sie von Jochams nur für Gruben ohne schlagende Wetter als angemessen erachtet werden. Als Beispiel wird angeführt ein Ventilator auf der Grube d'Aiseau:

| | | |
|---|---|---|
| Durchmesser . . . . . . . . . . . | 3,74 | Meter |
| Breite . . . . . . . . . . . . . . . | 1,10 | „ |
| Entfernung der beiden Achsen . | 1,10 | „ |
| Stärke der Maschine . . . . . . . | 15,00 | Pferde |
| Effect bei 7 Millimeter Depression | 60,00 | Procent |
| „ „ 13 „ „ | 23,00 | „ |
| „ „ 17 „ „ | 22,40 | „ |

Es ist übrigens klar, dass man diesen Ventilator sofort blasend wirken lassen kann, wenn man eine einfache Umkehrung der Bewegung eintreten lässt.

---

127) Ponson a. a. O. t. II. p. 198.
128) Annales des travaux publics de Belgique t. XI. p. 273.
129) Ebenda. t. XV. p. 21.

Die Kosten betragen nach **Burat** für die kleineren Ventilatoren:

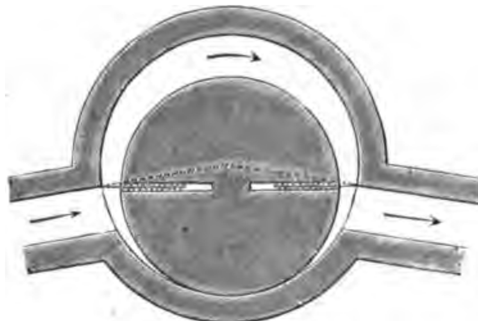
| | | | |
|---|---|---|---|
| Ventilator und Maschine | 2280 Thlr. | — Sgr. |
| Patentrecht . . . . . . . | 400 „ | — „ |
| Gebäude . . . . . . . . | 1333 „ | 10 „ |
| Kanal am Schacht . . . | 320 „ | — „ |
| im Ganzen | 4333 Thlr. | 10 Sgr. |

wogegen die grösseren etwa 5500 Thlr. kosten.

2. Ventilator von Lemielle.[130])

Das Princip für den Ventilator von **Lemielle** ist der sogenannten excentrischen Pumpe von **Bramah** entnommen, welche in der Weise vorgeschlagen ist, dass sie aus 2 excentrischen Cylindern besteht, von denen

Fig. 464.



der innere, den äusseren tangentirend, sich dreht und mit Flügeln versehen ist, welche durch diametrale Stangen verbunden sind; statt der Stangen sind auch Federn anzuwenden. Fig. 464.

Ausgeführt sind bei über 50 Stück folgende Constructionen:

*aa.* liegend mit sechseckiger innerer Trommel und sechs Flügeln,
*bb.* stehend mit sechseckiger Trommel und drei Flügeln,
*cc.* stehend mit 2 Flügeln.

Die Rotationsachse für die Trommel und diejenige für die Lenkstange der Flügel sind stets vereinigt an einer festliegenden, gekröpften Welle, um deren Schenkel sich die innere Trommel mit ihren Seitenwänden ähnlich wie die Nabe eines Rades dreht; von dem mittleren Wellentheil gehen die Lenkstangen aus, für welche sich in dem Trommelumfange Schlitze befinden, die mit Lederstreifen bedeckt sind.

Das Ganze befindet sich in einem gemauerten Gehäuse. Wenn die Trommel stehend hergestellt ist, dann ist sie oben nur mit einer leichten Bretterbühne bedeckt, in diesem Falle wird die Dampfmaschine liegend

[130]) Ebenda. t. XV. p. 24. t. XVI. p. 130. — Burat a. a. O. S. 288. — Weisbach a. a. O. Bd. 4. S. 1118. — Bluhme a. a. O. 183.

angeordnet, indem man die Kurbel der Trommel mit langer Lenkerstange unmittelbar ergreifen lässt.

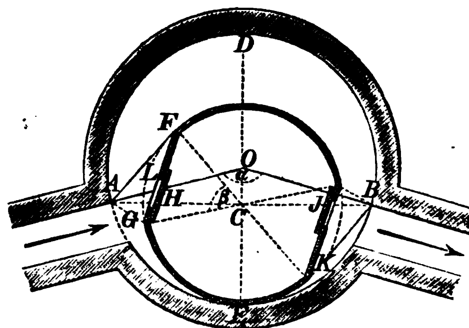
Das theoretische Quantum Luft berechnet sich am einfachsten für das Vorhandensein von 2 Flügeln, wird aber bei der Anwendung einer grösseren Zahl von Flügeln und sonst gleichen Dimensionen nicht wesentlich geändert, obschon alsdann die Verluste wohl geringer sind. Es sei nach Fig. 465:

der äussere Radius O D $= R$
der Trommelradius C F $= r$
der Centriwinkel A O B $= \alpha$
der Centriwinkel G C F $= \beta$

ein Flügel liefert ein Luftquantum, entsprechend

(Segment A D B C A + Dreieck J B K — Dreieck A F H — den halben Trommelquerschnitt) multiplicirt mit der Länge l der Trommel.

Fig. 465.




Die beiden Dreiecke heben sich gegenseitig auf; das Segment ist gleich

$$\pi R^2 - (\text{Sector } A E B O - \text{Dreieck } A O B) =$$

$$\pi R^2 - \left(\frac{a}{2} R^2 - \frac{R}{2} . R \sin \alpha\right) =$$

$$\pi R^2 - (a - \sin \alpha) \frac{R^2}{2} =$$

$$(2 \pi - \alpha + \sin \alpha) \frac{R^2}{2}$$

der halbe Trommelquerschnitt ist

$$\tfrac{1}{2} \pi r^2 - \text{Segment } G L F =$$

$$\tfrac{1}{2} \pi r^2 - (\beta - \sin \beta) \frac{r^2}{2} =$$

$$(\pi - \beta + \sin \beta) \frac{r^2}{2}$$

Hieraus ergiebt sich die Grundfläche des betreffenden Prismas

$$F = (2\pi - \alpha + \sin\alpha)\frac{R^2}{2} - (\pi - \beta + \sin\beta)\frac{r^2}{2}$$

der Inhalt des Prismas also F l und die angesaugte Luftmenge bei einer Umdrehung

$$V = 2\ F.l$$

und in der Secunde bei u Umdrehungen in der Minute

$$Q = 2\ F l . \frac{u}{60} = \frac{Flu}{30}$$

Für solche zweischaufeligen Ventilatoren von folgenden Dimensionen

2 R = 3,950 Meter
2 r = 3,000 „
Excentricität = 0,475 „
Flügelhöhe = 2,100 „

hat man für die Umdrehung die empirische Formel aufgestellt

$$V_1 = V - 0{,}39\sqrt{H}$$

worin V den oben ermittelten theoretischen Werth des Luftquantums bei einer Umdrehung in Kubikmetern, H die Depression in Millimetern bezeichnet.

Uebrigens bestimmt sich der Winkel $\alpha$ aus der Exentricität d nach

$$\cos\frac{\alpha}{2} = 1 - \frac{d}{R}$$

und der Winkel $\beta$ bei der Schaufellänge s aus

$$\sin\frac{\beta}{2} = \frac{s}{2r}$$

Die Effecte sind bestimmt worden auf der Grube Bayemont[131]) bei einem Ventilator mit 6 Flügeln von 3,10 Meter Länge, 1,305 Meter Seite des Sechsecks und der Excentricität 0,475 Meter mit 16 Umdrehungen

| | erster Fall: | zweiter Fall: |
|---|---|---|
| Depression . . . . . . . . . . . | 50 Millimeter | 75 Millimeter |
| Luftquantum in der Secunde . | 6,989 Kubikmeter | 6,409 Kubikmeter |
| übertragene Arbeit . . . . . . | 62,00 Procent | 65,00 Procent |

Auf der Grube St. Martin[132]) hat der Ventilator 6 Flügel, die innere Trommel ist 3,10 Meter lang, die Seite des Sechsecks 1,305 Meter, die Flügelbreite 1,40 Meter, das aus Mauerwerk gefertigte Gehäuse ist 0,50 Meter dick, der äussere Kreis hat 3,95 Meter, der innere 3 Meter Durchmesser, die Excentricität beträgt 0,475 Meter, die Neigung der Kröpfung in der Welle $21\frac{1}{2}$ Grad; es ermittelt sich bei

| Umdrehungen in der Minute | Depression | Luftquantum in der Secunde | Nutzeffect |
|---|---|---|---|
| $26\frac{1}{2}$ | 100 Millimeter | 12,220 Kubikmeter | 67,8 Procent |
| 20 | 22 „ | 10,338 „ | 67,2 „ |
| 11 | 7 „ | 5,660 „ | 41,0 „ |

131) Annales des travaux publics. t. XV. p. 24.
132) Ebenda. t. XVI. p. 130.

Bei 4 Millimeter Depression hat man noch 36,7 Procent Nutzeffect; im Durchschnitt ermitteln sich aus 9 Erfahrungen 65,2 Procent Nutzeffect.

Die Kosten berechnen sich ohne Dampfkessel für

| | | | |
|---|---|---|---|
| Dampfmaschine mit Ventilator | 1813 | Thlr. | 10 Sgr. |
| Patentrecht . . . . . . . . . . | 240 | „ | — „ |
| Gebäude . . . . . . . . . . . . | 2399 | „ | 14 „ |
| im Ganzen | 4452 | „ | 24 „ |

Die Anschaffung ist auf die Pferdekraft berechnet bei Lemielle billiger, als bei Fabry, dagegen erfordert der Apparat von Lemielle höhere Unterhaltungskosten, als der von Fabry, auf die Pferdekraft vertheilt.

Auf einzelnen Gruben bei Anzin giebt man dem Ventilator von Lemielle vor allen andern den Vorzug. Da die Geschwindigkeit nicht grösser als 20 bis 25 Umdrehungen in der Minute genommen werden kann, hat man sich Behufs Beschaffung eines Luftquantums von 30 bis 40 Kubikmeter Luft in der Secunde genöthigt gesehen, dem Ventilator sehr grosse Dimensionen zu geben, welche 7 Meter Durchmesser und 5 Meter Höhe des Gehäuses betragen, wodurch in den Details der Construction mancherlei Veränderungen erforderlich gemacht worden sind.[133]) Die Depression beträgt bis zu 10 Centimeter Wassersäule.

Auch in England verschafft sich dieser Ventilator Eingang.[134])

### 3. Ventilator von Root.

Der Ventilator von Root[135]) besteht aus zwei Flügelrädern AA (Fig. 466) aus Lindenholz, welche sich innerhalb des halbcylinderförmigen Gehäuses d bewegen, indem ihre Wellen cc mittelst zweier Räderpaare aa gekuppelt sind und die Bewegung durch die Riemenscheiben bb erhalten. Sowohl die Flügel A, wie die innere Wandung des Gehäuses d sind mit einer dünnen Schicht einer consistenten Schmiere (Unschlitt mit etwas Wachs) überzogen, wodurch man bei geringer Reibung einen guten Anschluss erreicht, selbst bei nicht vollkommen genauer Flügel- und Gehäuseform. Die Breite der Flügelräder beträgt 2 Meter, ihr Durchmesser 0,9 Meter; sie werden mit grosser Geschwindigkeit, 200 bis 250 Mal in der Minute umgedreht und liefern einen constanten Luftstrom von beträchtlicher Pressung. Nach den mitgetheilten Quellen ist dieser Ventilator bisher vorzugsweise beim Cupolofenbetrieb, so in Neuberg in Steiermark, auf mehren Hütten in Westfalen, in neuerer Zeit auch in Gleiwitz bei einem

133) Burat: a. a. O. Paris 1869. p. 69.

134) The Mining Journal. 1868. p. 801.

135) v. Rittinger: Erfahrungen im berg- u. hüttenm. Maschinen-, Bau- u. Aufbereitungswesen. Jahrg. 1869. Wien. S. 14. — Berg- u. hüttenm. Zeitung v. Kerl u. Wimmer. Leipzig 1868. S. 289. Jahrg. 1869. S. 121. — Der Berggeist. Köln 1871. S. 290. 541. — Dingler polyt. Journal. Bd. 187. S. 301. Bd. 201. S. 560. — Zeitschr. des Vereins deutsch. Ingen. Bd. 15. S. 480.

Krigar'schen Cupolofen, in ausgedehntester Weise in England zur Anwendung gelangt, bei der Wetterbewegung auf Gruben nicht.

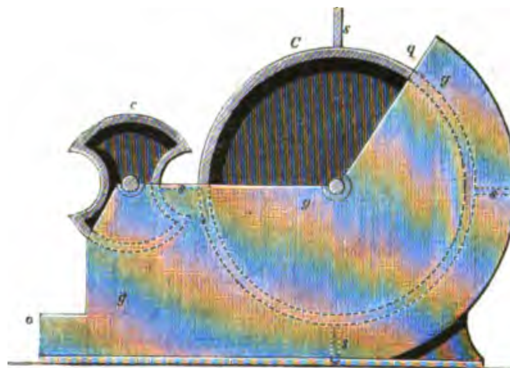
Fig. 466.




4. Ventilator von Evrard.

Der Ventilator von Evrard[136]) besteht aus zwei gleich langen Cylindern C und c (Fig. 467) von ungleichem Durchmesser, welche bei einem auf der Ausstellung zu Paris aufgestellten Exemplar sich wie 2 : 1 verhielten;

Fig. 467.




dieselben drehen sich in einem Gehäuse *g* mit gleicher Peripheriegeschwindigkeit. Auf dem Cylinder C sind vier radiale Schaufeln s aufgesetzt, wogegen der Cylinder c mit zwei nach einer verlängerten Epicycloide gebildeten Vertiefungen in der Mantelfläche versehen ist. Entweder berühren

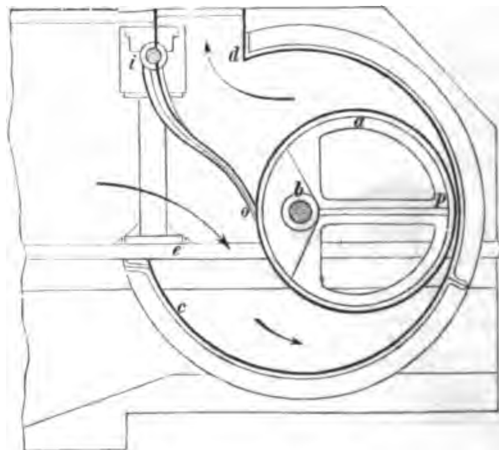
[136]) Berg- u. hüttenm. Zeitg. v. Kerl u. Wimmer. Leipzig 1868. S. 207. Jahrg. 1869. S. 121.

sich bei der Bewegung beide Cylinder oder das äusserste Ende einer Schaufel legt sich an die innere Wandfläche einer Vertiefung des kleinen Cylinders an, so dass in allen Fällen die Communication der äusseren Luft mit dem Innern des Gehäuses zwischen den beiden Cylindern abgesperrt ist. Je nachdem sich der Cylinder nach rechts oder links dreht, wirkt der Ventilator blasend oder saugend. Lässt man ihn blasend wirken, so wird beim Anlangen einer Schaufel bei q die zwischen zwei Schaufeln befindliche, von den Mantelflächen des Cylinders und des Gehäuses eingeschlossene Luft in das Innere des Gehäuses eingeführt, durch die Oeffnung o ausgeblasen und durch eine Luttenleitung weiter fortgeführt. Dabei entweicht zwischen den Cylindern von der im Gehäuse befindlichen Luft so viel, wie der Raum einer Vertiefung des kleinen Cylinders enthält. Soll die Wirkung eine saugende sein, so muss sich der Cylinder C nach links drehen und die zu entfernende Luft tritt durch die Oeffnung o in das Gehäuse, um durch die Oeffnung q mittelst der Schaufeln hinausgetrieben zu werden. Bei einer anderen Construction trägt der grosse Cylinder statt der 4 Schaufeln zwei den Vertiefungen im Cylinder c genau entsprechende Zähne.

### 5. Ventilator von Cooke.

Der Ventilator von Cooke ist auf Gruben bei Bishop Auckland in England bereits zur Ausführung gelangt und soll daselbst günstigere Wirkungen, als ähnliche Ventilatoren von Lemielle und Fabry gezeigt haben.[137])

Fig. 468.




Derselbe besteht aus 2 auf parallelen, der Länge nach hinter einander liegenden Achsen b excentrisch aufgekeilten rotirenden Cylindern a von (8 Fuss) 2,510 Meter Durchmesser und (16 Fuss) 5 Meter Länge (Fig. 468); die Excentricität beträgt (2 Fuss) 0,628 Meter und die äusserste Peripherie-

[137]) Der Berggeist. Köln 1869. S. 496. — Dingler: polyt. Journal. Bd. 197. S. 6.

gränze streicht bei der Umdrehung an der Innenfläche eines (12 Fuss) 3,766 Meter weiten, cylinderischen Gehäuses, welches durch die mit Gips bekleideten Mauerstösse an beiden Enden abgeschlossen und von d bis e offen ist, wo die Luft eintritt, beziehungsweise austritt. Die entgegengesetzten Luftströme werden durch den Flügel io von der Länge des Gehäuses von einander getrennt, indem er fest gegen den rotirenden Cylinder gedrückt wird. Die Hebelsarmlänge des Flügels beträgt (6 Fuss) 1,883 Meter. Die beiden Cylinder a müssen sich in entgegengesetzter Richtung bewegen, um stets einen gleichmässigen Luftstrom zu geben und nicht einseitige Belastungen und Stösse in dem Mechanismus hervorzurufen. Die excentrischen Cylinderflächen sind aus $2^1/_2$ Millimeter starkem Blech hergestellt und auf gusseiserne Excentrics aufgelegt, während das Gehäuse aus $3^1/_4$ Millimeter starkem Blech besteht und mittelst Rippen versteift ist. Der Nutzeffect des Apparats ist auf 78 Procent der theoretischen Leistung festgesetzt bei 131 Millimeter Depression der Wassersäule. Die wirkliche Leistung des Ventilators wird auf (158000 Kubikfuss) 4882 Kubikmeter Luft in der Minute angegeben, nach anderen bei $78^1/_2$ Millimeter Depression (180000 Kubikfuss) 5562 Kubikmeter.

### l. Beurtheilung der Wettermaschinen.

Als wirklich praktisch erweisen sich von den besprochenen Wettermaschinen nur:

1. Die Kolbenmaschinen und zwar in liegender Ausführung, vielleicht auch stehend bei besserer Balancirung der Klappen,
2. die Glockenmaschinen, ebenfalls unter der zu 1. angegebenen Bedingung,
   beide haben den Vortheil, dass die angesaugten Luftquantitäten nur wenig von dem Grade der Depression abhängig sind, dagegen den Nachtheil bedeutender Anlagekosten und grosser Schwerfälligkeit.
3. Centrifugalventilatoren sind in der Herstellung billig, auch effectvoll bei schwachen Depressionen, während für stärkere Depressionen die Leistung sehr schnell abnimmt; es scheint, als ob der Ventilator von Guibal am meisten leistet, doch nicht die Wetterräder erreicht;
4. die Wetterräder sind theurer als die Centrifugalventilatoren, sie leisten wenig bei geringen Depressionen, dagegen viel bei starken; von ihnen scheint das von Fabry den Vorzug zu verdienen.

Hiernach ergänzen sich die Centrifugalventilatoren und Wetterräder: wo nur geringe Widerstände vorhanden sind oder zu erwarten stehen, wendet man zweckmässig die Ventilatoren an, welche auch noch darin den Vorzug verdienen, dass sie bei Stillständen den natürlichen Wetterzug nicht hindern; in anderen Fällen ist das Wetterrad von Fabry zu empfehlen.

**IV. Vergleichung von Wetteröfen und Wettermaschinen.**

Bei der Vergleichung der Leistungen von Wetteröfen und Wettermaschinen kommen nur Steinkohlengruben in Betracht.

1. Wetteröfen kosten in der Anlage und Unterhaltung weniger, als Wettermaschinen, gestatten, obschon mit Einschränkungen, die Benutzung des ausziehenden Schachtes, sind aber abhängig von dessen Trockenheitszustand, beim Vorhandensein schlagender Wetter können sie gefährlich werden und sind jedenfalls nach erfolgten Explosionen unzugänglich. Der Effect einer vorhandenen Rostfläche lässt sich nicht über ein bestimmtes Maximum steigern, und sehr starke Depressionen würden theils gar nicht, theils nur mit unverhältnissmässigem Aufwand an Brennmaterial erlangt werden können.

2. Wettermaschinen sind kostbar in der Anlage und Unterhaltung, sie versperren den ausziehenden Schacht zu anderweitiger Benutzung. Sie sind aber unabhängig von der Feuchtigkeit im Schachte, ungefährlich beim Vorhandensein schlagender Wetter, bei richtiger Aufstellung vor Zerstörung durch Explosionen gesichert und dann im Stande schnell Hilfe zu schaffen, weil sie über Tage stehen und zugänglich sind; nur nach Stillständen der Maschine, sie mögen auch nur von kurzer Dauer sein, muss man Vorsicht anwenden, damit man sich überzeugt, dass keine schlagenden Wetter sich angesammelt haben.

Einzelne der beschriebenen Maschinen sind auch geeignet zu grossen Depressionen; das anzusaugende Luftquantum hat man insofern in der Hand, als man es durch Vergrösserung der Dimensionen an der Maschine vermehren kann, wenn man nicht mehrere Apparate gleichzeitig aufstellen will. Nach Ponson erfolgt bei den Maschinen eine vortheilhaftere Benutzung des Brennmaterials, welchem Urtheile auch Cossmann[138]) beistimmt, der einen Ventilator von Fabry und einen (50 Lachter) 105 Meter unter Tage stehenden, mit einem (18 Lachter) 38 Meter hohen Wetterthurm versehenen Wetterofen zur Vergleichung gezogen hat.

Aus dem Gesagten folgt, dass man bei weiten Strecken und Schächten, wo der Wetterstrom geringen Widerstand findet, zweckmässig Wetteröfen anwendet, weshalb sich dieselben auf den englischen Steinkohlenbergwerken eingebürgert haben, während man bei den belgischen und diesen ähnlichen Verhältnissen vorzugsweise Wettermaschinen findet; dennoch fängt man auch in England an, den Grubenventilatoren mehr Aufmerksamkeit zuzuwenden und denselben den Vorzug vor den Wetteröfen einzuräumen, so dass die allerdings zur Zeit noch sehr geringe Zahl von vorhandenen Ventilatoren, ausser der Wettermaschine von Struve auf den Gruben in Süd-Wales meist nach der Construction von Guibal, allmälig zu wachsen anfängt.[139])

[138]) Der Berggeist. Jhrg. 1860. S. 515.
[139]) The Mechanics' Magazine. Jhrg. 1868. S. 29.

Die Ansicht, dass gut construirte, geringe Reparaturen veranlassende Ventilatoren den Wetteröfen vorzuziehen seien, verbreitet sich überall mehr und mehr, und auch in England geht man dazu über, an Stelle der Wetteröfen Ventilatoren aufzustellen Wenn es auch richtig ist, dass von einer gewissen Tiefe der Schächte an, welche von Havrez zu 585 Meter berechnet wird,[140]) der Nutzeffect der Wetteröfen wegen der hohen Luftsäule über dem Rost grösser wird, als der des besten Ventilators, so bringen beim Vorhandensein von schlagenden Wettern die Wetteröfen vor und nach der Explosion so viel Gefahren mit sich, dass sie nach Möglichkeit vermieden werden sollten; denn wenn dem Ofenwärter die Gefahr einer Explosion durch Beobachtung des Barometers wirklich nahe tritt, so hat er die Speisung des Ofens nur mit völlig reiner Luft, also mit einem geringeren Quantum, als bis dahin, zu bewirken, er verringert also den Wetterzug und vergrössert die Gefahr vor den Arbeitspunkten. Ist aber eine Explosion eingetreten, so ist die Unterhaltung des Wetterofens meistentheils unmöglich gemacht, der Wetterstrom schlägt um, d. h. der mit brandigen Wettern erfüllte Luftstrom fliesst den Arbeitspunkten zu und zerstört die Leben, welche der unmittelbaren Explosion entgangen sind. — Eine Wettermaschine dagegen arbeitet fortdauernd gleichmässig fort, sie überwindet gleichsam alle Hindernisse in der Luftströmung, welche immer den ersten Anlass zu Explosionen geben; tritt aber eine Explosion wirklich ein, so beseitigt die Maschine durch ihren sofort wieder aufgenommenen oder gar nicht unterbrochenen Gang die Gefahren, welche die Explosionsgase mit sich bringen, indem der Wetterstrom seine ursprüngliche Richtung unverändert beibehält. Dabei ist es selbstverständlich von grösstem Vortheil, den Ventilatoren solche Constructionen und Dimensionen zu geben, dass für alle Fälle eine Reserve vorhanden ist, um den Wetterzug forciren zu können, oder auch für den Fall, dass eine Maschine schadhaft werden sollte, eine andere in Function treten zu lassen.[141]) Wie die Gesetzgebung im Staate Pennsylvanien durch das Gesetz vom 3. März 1870 in Section VII den Ventilatoren den Vorzug einräumt, wurde bereits oben S. 206 erwähnt.[142]) Auch in Oesterreich[143]) ist man der Ansicht, dass wenigstens für Gruben, in denen schlagende Wetter in grösserer Menge

---

[140]) Havrez: Stand des englischen Steinkohlenbergbaues in Berg- und Hüttenm. Zeitung. Leipzig 1869. S. 202.

[141]) Simmersbach: Die Verhütung von Unglücksfällen in Kohlengruben durch schlagende Wetter in Berggeist. Köln 1869. S. 435. — Entzündung schlagender Wetter auf englischen Steinkohlengruben in „Glückauf". Essen 1869. No. 11. — The Mining Journal. London 1868. p. 313. 801. 803. 905. — The mechanical ventilation of mines in the Mechanics' Magazine. London. Vol. 89. p. 472. Vol. 91. p. 386.

[142]) „Glückauf." Essen 1870. No. 38.

[143]) Jitschinsky: zur Wetterführung in mit schlagenden Wettern behafteten Kohlengruben in Berg- u. Hüttenm. Jahrbuch der k. k. Bergakademien zu Pribram, Leoben und Schemnitz f. d. Studienjahr 1868/69. Prag 1870. S. 198.

auftreten, und bei ausgedehntem Betrieb die Ventilatoren den Wetteröfen vorzuziehen seien, welche bei mässig und gleichmässig auftretenden schlagenden Wettern und nicht sehr ausgebreiteten Grubenbauen anzuwenden sein dürften.

## F. Wetterführung im Ganzen, Vertheilung der Wetter im Einzelnen.

I. Das Wetterquantum, welches eine Grube erhalten muss, lässt sich im Voraus nicht bestimmen, da viele Umstände hierauf einwirken, es bleibt dies also im Allgemeinen empirisch festzustellen. In Belgien nehmen die Ingenieure für Steinkohlengruben mit schlagenden Wettern auf den Kopf in der Secunde (1 bis 2 Kubikfuss) 30 bis 60 Liter Luft als nöthig an, im Mittel also (1½ Kubikfuss) 45 Liter, dies macht also auf den Kopf in der Stunde (360 bis 720 Kubikfuss) 108 bis 216 Kubikmeter;[144]) nach Weisbach[145]) athmet ein Mensch in der Stunde (16,17 Kubikfuss) ½ Kubikmeter Luft, in gewöhnlichen Verhältnissen, dagegen in geschlossenen Räumen (194 bis 226 Kubikfuss) 6 bis 7 Kubikmeter, in Hospitälern sogar (1941 Kubikfuss) 60 Kubikmeter; Nöggerath berechnet zum Athmen eines Menschen und zum Brennen seiner Lampe in der Stunde (323 Kubikfuss) 10 Kubikmeter. Für das Verbrennen von 1 Kilogramm (2 Pfund) Pulver haben die Ingenieure beim Tunnel am Mont Cenis 120 Kilogramme oder etwa 100 Kubikmeter, d. i. 3235 Kubikfuss Luft berechnet, aber (8086 Kubikfuss) 250 Kubikmeter empfohlen. Die belgische Annahme wird im Allgemeinen bei Steinkohlengruben mit schlagenden Wettern als eine ungefähre Basis dienen können.

Das Wetterquantum ist nach dem mehrerwähnten Gesetz über die Ventilation auf Bergwerken im Staate Pennsylvanien vom 3. März 1870 Section VII auf mindestens (55 Kubikfuss) 1,6995 Kubikmeter in der Secunde auf je 50 Mann der Belegschaft vorgeschrieben, was mit der in Belgien geltenden Annahme (1 bis 2 Kubikfuss in der Secunde auf einen Mann) nahezu übereinstimmt.[146])

II. Für Tiefbaue sind mindestens zwei verschiedene Oeffnungen gegen die Tagesoberfläche nöthig, weil man zwei Luftsäulen haben muss, die nicht im Gleichgewicht sind, so dass durch das Streben nach Gleichgewicht der Wetterzug hergestellt wird. Deshalb muss bei Tiefbauen, abgesehen von anderen Ursachen, die Anbringung zweier Schächte als Regel angesehen werden, wie es das englische Gesetz vom 7. August 1862, 25. a. 26 Vict. cap, 79.[147]) im Art. 3. ausdrücklich vorschreibt,

[144]) Im Berggeist. Jhrg. 1860. S. 515. — Ed. Jac. Nöggerath: über das in Bergwerken zur Ventilation erforderliche Luftquantum in berg- u. hüttenm. Ztg. v. Bornemann u. Kerl. Freiberg 1861. S. 217.

[145]) Weisbach a. a. O. Bd. 3. S. 985.

[146]) Glückauf. Essen 1870. No. 38.

[147]) Achenbach, das englische Gesetz vom 7. August 1862 in Zeitschr. f. Bergrecht v. Brassert u. Achenbach. Jhrg. 1863. S. 145.

während das allgemeine Berggesetz für die preuss. Staaten vom 24. Juni 1865 bedauerlicher Weise eine solche Bestimmung nicht trifft, obwohl der Entwurf zu diesem Gesetze dieselbe beabsichtigte; man überlässt es der Polizeiaufsicht, hierin die nöthigen Vorkehrungen zu treffen. Ob man mit zwei Schächten ausreicht, hängt von der Ausdehnung der Baue ab; es ist dabei gleichgiltig, ob man Zwillingsschächte, d. h. 2 neben einander liegende oder ausser dem Hauptschacht einen besonderen Wetterschacht anlegt; ein einzelner Schacht mit besonderem Wettertrum ist keinenfalls zu empfehlen und höchstens für den ersten Anfang zu billigen.

Das erwähnte Gesetz in Pennsylvanien ordnet das Vorhandensein zweier verschiedener Oeffnungen für jedes Bergwerk an, welche mindestens (150 Fuss) 47 Meter von einander entfernt liegen sollen.

Auch für die Querschnitte der Wetterwege werden Minimaldimensionen angeordnet, wie bereits oben S. 206 angegeben, wobei der Querschnitt für den ausziehenden Strom um 25 Procent grösser bestimmt ist, als für den einziehenden.

Die Querschnitte der Hauptwetterstrecken müssen mit denen der einfallenden und ausziehenden Schächte nahezu gleich sein, damit durch Contraction, beziehungsweise Ausdehnung des Wetterstromes nicht besondere Widerstände hervorgerufen werden, welche namentlich in engen ausziehenden Schächten entstehen, die man also möglichst vermeiden muss, was allerdings ebenso wenig wie bei den Strecken, nicht immer durchzuführen ist.

III. Es muss dafür Sorge getragen und beim Vorhandensein schlagender Wetter strikt durchgeführt werden, dass die einfallenden Wetter bis zum tiefsten Bau gelangen und von hier aus aufsteigend zurückgeführt werden. Dieser Grundsatz ist indess nur zu befolgen bei Gruben mit regelmässiger Sohlenbildung von Oben nach Unten, also bei Bauen auf geneigten Flötzen, in Mulden und Sätteln; dann aber ist die Sohlenbildung zugleich überaus nützlich für die Wetterführung. Die Wettersohle wandert hierbei mit in die Tiefe, d. h. sobald der Abbau über einer oberen Sohle vollendet ist, wird diese die Wettersohle für die unterliegenden Baue; die tieferen Sohlen werden mittelst Durchhiebe mit der jedesmaligen Wettersohle in Verbindung gesetzt.

Für Stollnsohlen, welche nicht etwa einen höheren Stolln über sich haben, ist die Tagesoberfläche gleichsam Wettersohle, wobei die grössere Zahl von Luftschächten den Durchhieben von einer Sohle zur anderen entspricht; die gute Wetterführung über Stollnsohlen ist schwierig, weil sie zu sehr abhängig ist von dem Witterungszustande über Tage, namentlich aber ist das Uebergangsstadium auf Gruben, welche von dem Stollnbau zum Tiefbau übergehen, bei dem Ersatz der natürlichen Wetterlosung durch die künstliche unangenehm und giebt zuweilen zu bedenklichen Zuständen der Wetterführung Veranlassung.

Bei den Verhältnissen, wie sie im nördlichen England durch die flache Lagerung der Flötze gebildet sind, wo also eine Bildung von übereinander liegenden Sohlen nicht stattfindet, hat man den Grundsatz aufgestellt, dass die gebrauchten Wetter durch Strecken zurückgeführt werden, in welchen keine oder nur geringe Förderung umgeht, was man dadurch erreicht, dass man die Wetter durch die sogenannten crossings über gangbare Baue hinweg in die zur Abführung der Wetter bestimmten Strecken hineinführt.

IV. Theilung des Wetterstromes und Zuweisung eines besonderen Zweiges für jede Bauabtheilung, welches Verfahren dem anderen gegenüber steht, wobei der ganze Strom ungetheilt nach und nach in allen Abtheilungen circulirt, die letzte also bereits sehr verschlechterte Wetter erhält.

Zur theoretischen Betrachtung setze man 4 Strecken, beziehungsweise Abtheilungen von ganz gleicher Lage zu den Schächten, gleicher Länge L, gleichem Querschnitt, gleichem Perimeter P voraus, die ganze zugeführte Luftmenge sei Q. Der Widerstand durch Reibung, als Theil der Druckhöhe, ist im Allgemeinen

$$\frac{M}{g} \cdot \frac{P}{A} \cdot L \cdot v^2$$

Bei der Theilung kommt auf jede Strecke ein Luftquantum $\frac{Q}{4}$ mit der Geschwindigkeit $\frac{Q}{4A}$, mithin ist die Druckhöhe für die Reibung in einer Strecke

$$\frac{M}{g} \cdot \frac{P}{A} \cdot L \cdot \frac{Q^2}{16A^2}$$

und für alle 4 Strecken

$$4 \cdot \frac{M}{g} \cdot \frac{P}{A} \cdot L \cdot \frac{Q^2}{16A^2}$$

Ohne Theilung ist die Geschwindigkeit $\frac{Q}{A}$, die Länge 4L, also die Druckhöhe für die Reibung

$$\frac{M}{g} \cdot \frac{P}{A} \cdot 4L \cdot \frac{Q^2}{A^2}$$

also im letzteren Falle 16 Mal grösser, als bei der Theilung, so dass der Wetterstrom ohne Theilung in seiner Intensität durch die Reibung beeinträchtigt wird. Aehnliches stellt sich auch für den Widerstand aus Verengungen heraus, der im Allgemeinen vom Quadrate der Geschwindigkeit abhängt. Hieraus folgt, dass sich bei einer Theilung des Stromes mit derselben motorischen Kraft mehr leisten lässt, weil die Widerstände geringer sind. Diese theoretische Betrachtung wird nahezu richtig sein, wenn die Theilung und Wiedervereinigung der Wetterzweige in der Nähe

der Schächte geschieht, so dass die gemeinschaftlichen Wege, also auch die Widerstände darin, sehr gering im Vergleich zu den Strecken, in denen sich Zweige bewegen, sind.

Praktisch wird eine derartige Gleichmässigkeit der Abtheilungen sich niemals erreichen lassen, am meisten noch annähernd bei dem Abbau mittelst Pannel work; immerhin ist das theoretische Resultat wichtig und wird bestätigt durch directe Erfahrungen von Jochams an dem Fabry'-schen Ventilator auf Schacht Nr. 5 der Grube Le Gouffre bei Châtelineau,[148]) wo man 4 getrennte Abtheilungen mit besonderen Zweigen hatte und nach einander eine, zwei, drei der Hauptstrecken abschloss. Man hatte nämlich am Ventilator in der Minute

bei 4 Zweigen 30,0 Umdrehungen
bei 3 Zweigen 35,2 Umdrehungen
bei 2 Zweigen 30,0 Umdrehungen
bei 1 Zweig 33,6 Umdrehungen

die erzeugten Depressionen verhalten sich wie

10 : 18 : 23 : 31,

die verwandten motorischen Kräfte wie

10 : 17,7 : 19,1 : 27,4

die Luftmengen wie

10 : 9,0 : 8,8 : 7,5

Ausserdem bringt die Theilung den Nutzen, dass die in einer Bauabtheilung entwickelten Gase nicht in die anderen mitgeführt werden, beim Vorhandensein schlagender Wetter wird die Möglichkeit und die Folge von Explosionen beschränkt. Ausserdem vermindert sie die Geschwindigkeit des Wetterzuges angemessen, da bei einer Geschwindigkeit von über (2 bis 3 Fuss) 0,628 bis 0,942 Meter in der Secunde die Arbeiter belästigt werden und eine Geschwindigkeit von (5 Fuss) 1,569 Meter in der Secunde schon hinreicht, um die Flamme der Sicherheitslampe durch das Drahtnetz zu schleudern; dies darf natürlich nicht abhalten in den Hauptstrecken grössere Geschwindigkeit zu geben, wo man aber besondere Vorsichtsmassregeln wegen der Beleuchtung und der fahrenden Mannschaft anwenden muss. Anderntheils darf, namentlich beim Vorhandensein schlagender Wetter, die Theilung nicht zu weit gehen, damit der Wetterstrom genug Kraft behält, die Gase mit der frischen Luft zu vermengen und so unschädlich zu machen.

Mit vollem Bewusstsein ist die Theilung wohl zuerst bei dem Bau mittelst Pannel work durchgeführt worden (Splitting of the Air); mehr von selbst ist sie entstanden beim gleichzeitigen Abbau mehrerer geneigten Flötze, wo sie indess jetzt auch einer bestimmten Regelmässigkeit unterworfen ist.

---

[148]) Ponson a. a. O. t. II. 196. 239.

V. Die Mittel, die Theilung zu bewirken, bestehen immer in einer Verengung des Querschnitts, den man bewirkt:

entweder durch Zusammenziehen der Streckenstösse, was aber nicht immer, ohne Störung für die Förderung herbeizuführen, ausführbar ist,

oder durch Wetterthüren, welche die Streckenhöhe nicht ganz ausfüllen oder mit Schiebern versehen sind.[149])

Diese Wetterthüren verhindern die Förderung und werden deshalb, wenn regelmässige Sohlenbildung vorhanden ist, auf der Wettersohle aufgestellt.

VI. Der Wetterzug, wenn er sich selbst überlassen bleibt, schlägt denjenigen Weg ein, welcher ihm den kürzesten Widerstand bietet, es muss deshalb eine Regulirung des Wetterstromes eintreten.[150]) Dies erfolgt durch verschiedene Mittel.

*a.* Wetterblenden und Wetterdämme. Dieselben schliessen dicht ab und werden meistentheils zum Verschliessen entbehrlich gewordener Durchhiebe des alten Mannes angewendet, in diesem Falle sind gemauerte Dämme (stoppings) besser, als hölzerne Verschläge und überhaupt bei grossem Querschnitt vorzuziehen, besonders wenn sie definitiv stehen bleiben sollen. Man macht sie auf der Grube Pelton beispielsweise aus Bruchsteinen (4 Fuss) 1,25 Meter dick, aus Ziegelsteinen (18 Zoll) 0,471 Meter oder 2 Stein stark und nimmt als Bindemittel Lehm, mit dem sie auch noch stark bestrichen werden.

Auf die Herstellung der Wetterdämme, namentlich wenn sie zum Abschluss des alten Mannes dienen, muss besondere und wohl grössere Aufmerksamkeit, als bisher geschehen, verwendet werden; es wird empfohlen,[151]) die den offenen Bauen zugekehrte Seite des Dammes mit einer Asphaltschicht zu überziehen, um das Heraustreten der hinter den Dämmen befindlichen schädlichen Gase völlig zu verhindern.

Wetterprellen, welche nicht den ganzen Raum ausfüllen, sind gleichsam nur Schirme in Fahrschächten und Strecken, um die zu grosse Geschwindigkeit der Wetter zu brechen.

*b.* Wetterthüren. Dieselben müssen in Hauptstrecken stets doppelt, selbst dreifach angebracht werden, damit, wenn die eine Thür geöffnet ist, dem Wetterstrome nicht sofort eine andere Richtung gegeben wird. Man hat Hauptwetterthüren (main doors), wenn sie den ein- und ausziehenden Schacht von einander trennen, dieselben sind dann mit Schlössern zu versehen, damit ihr unzeitiges Oeffnen unmöglich gemacht wird; die gewöhnlichen Wetterthüren (trap doors) stehen in Strecken, in denen Förderung umgeht. Bei grossen Querschnitten macht man die Thüren zweiflügelig; sie schlagen an starken, etwas geneigten Rahmen an und sind mit Gegengewichten versehen, damit sie sich nach dem Oeffnen von

[149]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 10. B. S. 46.
[150]) Ebenda. S. 47.
[151]) Simmersbach im Berggeist a. a. O. S. 436.

selbst wieder schliessen, wenn man es bei starker Förderung nicht vorzieht, besondere Arbeiter (trappers) zum Oeffnen und Schliessen anzustellen. Der Raum zwischen zwei zusammengehörigen Thüren, welcher eine Art Luftschleuse bildet, muss dem Bedürfnisse der Förderung entsprechend gross genommen werden, die eine der Thüren muss stets beim Oeffnen der anderen geschlossen bleiben.

Man hat selbstthätige, durch den Anstoss der Förderwagen sich öffnende und schliessende, nach beiden Seiten aufschlagende Thüren construirt, wie z. B. auf den Gruben der Dundyvan Iron Compagny bei Glasgow,[152]) doch ist diese Einrichtung nicht recht praktisch. Denselben Zweck verfolgen zweiflügelige Thüren mit schräg gestellten Achsen, welche innerhalb des Rahmens angebracht sind, abgerundete Kanten haben, nach beiden Seiten aufschlagen, von selbst in ihre Lage zurückkehren, aber nie dicht schliessen.

Auf der Steinkohlengrube ver. Henriette hat man ein- und zweiflügelige, selbstschliessende Wetterthüren ausgeführt, welche sich gut bewähren sollen.[153]) Die einfache Thür hängt nicht in Angeln, sondern an einer senkrechten Achse, welche oben und unten mit einem eisernen Zapfen versehen ist und sich mit diesen dreht. Auf dem oberen Zapfen sitzt eine horizontale Rolle, auf deren ausgekehlter Peripherie eine Kette befestigt ist, welche von der Rolle aus an der Firste nach dem den Thüranschlag bildenden gegenüberliegenden Thürstock und über eine an diesem befestigte kleine senkrechte Rolle geht, unterhalb welcher sie durch ein angehängtes Gegengewicht in Spannung erhalten wird. Beim Oeffnen der Thüre wird die Kette auf der horizontalen Rolle aufgewickelt und dadurch das Gewicht gehoben; nach erfolgtem Durchgang sinkt dasselbe wieder und schliesst die Thür. — Bei der Doppelthür sitzen beide Flügel an einer in der Mitte der Strecke stehenden senkrechten Achse, so dass bei Oeffnung des einen Flügels der andere sich zugleich nach der entgegengesetzten Seite öffnet. Auf der horizontalen Scheibe am oberen Zapfen sitzen zwei Ketten, von denen die eine nach dem rechten, die andere nach dem linken Stoss führt und durch Gegengewichte angespannt werden, welche sich beim Oeffnen der Thür heben und durch ihr Sinken die Thür wieder schliessen. Die Doppelthür schliesst leichter und schneller, als die einfache, weil beide Gegengewichte auf die Schliessung wirken.

In der Fabrik von Dinnendahl in Huttrop bei Steele in Westfalen werden eiserne Wetterthüren angefertigt, von denen auf westfälischen Gruben Anwendung gemacht wird. Der Rahmen ist aus Winkeleisen gefertigt und an der Firste halbkreisförmig gebogen; die Thür ist aus Eisenblech und hängt mittelst kräftiger angenieteter Krampen in Angeln, welche

[152]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 10. B. S. 48.

[153]) Hauchecorne: Versuche und Verbesserungen in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 17. B. S. 87. — Glückauf. Essen 1869. No. 33.

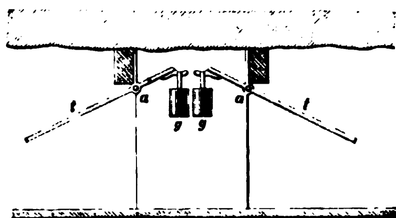
an dem Rahmen befestigt sind. Eine Thür von ($4\frac{1}{2}$ Fuss) 1,412 Meter Höhe, wiegt ca. 225 Kilogramme.

*c.* Wettervorhänge statt der Thüren sind nur anwendbar in rasch vorschreitenden Abbaustrecken, weil sie nicht dicht schliessen, auch von starkem Zuge aufgeweht werden. In England wendet man hierzu getheerte Leinewand an, auch auf den Gruben bei Saarbrücken bedient man sich der Leinewand, scheut aber das Theeren, weil es durch seinen Geruch die Wahrnehmung der ähnlich riechenden Gase aus den Brandfeldern verhindert; man spannt die Leinewand entweder über Rahmen, wenn sie nicht oft geöffnet werden müssen, oder zieht sie durch eine unten angebrachte Leiste straff an oder richtet sie zum Aufziehen, wie ein Rouleaux ein. Sie sind billiger, als hölzerne Thüren, dauern bei der Förderung länger, müssen aber öfter getrocknet werden, weil sie leicht Feuchtigkeit anziehen und dann faulen.

*d.* Rettungsthüren (portes de sauvetage)[154]) sind von Buddle für den Fall von Explosionen angeordnet, um die Verbrennungsgase abzuhalten und dem Wetterstrom alsbald seine ursprüngliche Richtung wiederzugeben. Sie liegen zwischen zwei Hauptthüren in Vertiefungen der Firste, in welche auch der Rahmen zurücktritt, damit er von der Wirkung der Explosion nicht getroffen werden kann. Entweder ist die Thür an Angeln drehbar aufgehängt und ruht an der entgegengesetzten Seite auf einem Haken, auf welchen der Stoss der Explosion wirkt, so dass sich die Thür loslöst und herunterklappt, oder sie ist durch einen Riegel festgehalten, welcher durch heraneilende Mannschaft gelöst werden muss.

Zur Localisirung der Gasexplosionen sind zu St. Etienne[155]) in der Communicationsstrecke zweier benachbarter Grubenabtheilungen zwei je um eine horizontale Achse aa (Fig. 469) nach entgegengesetzter Richtung schliessbare Thüren so angebracht, dass bei einer etwaigen Explosion in

Fig. 469.




der einen Grubenabtheilung die derselben zugekehrte Thür in Folge der heftigen Gasströmung zugeschlagen wird, wodurch die Verbindung beider Grubenabtheilungen aufgehoben ist. Die Thüren werden durch die Ge-

[154]) Combes a. a. O. t. II. p. 543. — Ponson a. a. O. t. II. p. 312.
[155]) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1868. S. 364.

gengewichte *gg* in einer gegen die offene Strecke etwas geneigten Stellung erhalten.

VII. Für die Wetterlosung in Grubenbauen, welche nur mit einer Oeffnung an die Tagesoberfläche oder an die die Wetter führenden Strecken stossen, ebenso für die directe Bestreichung der Ortsbetriebe beim Pfeilerbau und ähnlichen Abbaumethoden ist stets Princip, zwei getrennte Luftmassen zu bilden.

*a.* Am einfachsten bleibt es, zwei parallele Strecken zu Felde gehen zu lassen, welche von Zeit zu Zeit durch Durchhiebe verbunden werden, wodurch man freilich noch kein Bestreichen des Ortspunktes mit frischen Wettern erreicht. Wenn die Führung einer Parallelstrecke nicht möglich ist, so bildet man die zweite Luftsäule durch Wetterlutten oder Wetterscheider.

*b.* Wetterlutten sind aus Brettern zusammengenagelt, die Fugen werden auch wohl noch verdichtet; die Verbindung zweier Luttenenden erfolgt entweder durch Einschnäuzen der einen in die andere oder durch übergezogene hölzerne Muffen; die hölzernen Lutten gewähren dem Wetterstrome zu viel Reibung, auch schadet der quadratische Querschnitt, indem sich in den Ecken ein schädlicher Raum bildet, sie verderben schnell und müssen häufig ausgewechselt werden, auch bewirken die Astlöcher eine widersinnige Bewegung des Luftstromes. Deshalb wendet man besser metallene Lutten von rundem Querschnitt an. Man hat gusseiserne Röhren versucht, doch dieselben zu theuer gefunden, ferner Röhren von gefirnisstem oder verzinntem Eisenblech, in Schemnitz in Ungarn kupferne, mit Oelfarbe angestrichene Röhren, die aber gleichfalls zu theuer waren; Bleiröhren empfehlen sich nicht, weil sie zu leicht zerdrückbar sind. Den meisten Eingang haben sich Lutten aus Zinkblech verschafft;[156]) am Harz glaubt man unter Anwendung des Wettersatzes mit Hilfe von (6zölligen) 157 Millimeter weiten Zinklutten die Wetter auf (2000 Lachter) 4000 Meter führen zu können, während man mit hölzernen und eisernen Lutten nicht weiter als (600 Lachter) 1200 Meter kam.[157]) Die Verbindung zweier Zinkröhren geschieht durch Ineinanderstecken, worauf bei der Fabrikation Rücksicht zu nehmen ist; zur besseren Dichtung verschmiert man die Fuge mit einem Kitt aus 1 Volumen an der Luft zerfallenen Kalk und $^1/_2$ Volumen Steinkohlentheer mit etwas Pech oder besser aus Leinöl, Kalk und Hanf. Die Dicke des Zinkbleches richtet sich nach dem Durchmesser der Lutten, für (6zöllige) 157 Millimeter weite nimmt man ($^1/_{16}$ Zoll) $1^2/_3$ Millimeter Stärke.

Ein Beispiel von der Wirksamkeit der Zinklutten für die Belebung des Wetterstromes wird von der Steinkohlengrube Dahlbusch in Westfalen

---

[156]) Plümike: über Wetterlutten von Brett und Wetterröhren von Zinkblech im Bergwerksfreund Jahrg. 1846. Bd. 10. S. 1.

[157]) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. von Bornemann u. Kerl. Freiburg 1861. S. 107.

berichtet,[158]) wo man statt eines Wettertrums von (9 Quadratfuss) 0,8865 Quadratmeter eine Zinkluttentour von (20 Zoll) 523 Millimeter einbaute. Die Zinkröhren haben eine Länge von (9 Fuss) 2,825 Meter, eine Wandstärke von (3/4 Linien) 1 2/3 Millimeter mit Muffenverbindung, welche durch eine fingerdicke, mit Mennige und Leinöl getränkte Hanfschnur gedichtet wird. Der laufende Fuss Lutte wiegt 5 1/2 Kilogramme und kostet 1 Thlr. 13 1/2 Sgr. Zur Ventilation dient ein Fabry'scher Ventilator, mit welchem die Röhrentour — wie früher auch das Wettertrum — verbunden ist. Die ganze Länge der Röhrentour beträgt (420 Fuss) 132 Meter. Nach den angestellten Versuchen hatte man vor dem Einbau der Zinklutten:

im Kanal Flötz V mit Querschnitt von (10 Quadratfuss) 0,985 Quadratmeter Geschwindigkeit der Wetter von (1,33 Fuss) 0,418 Meter;

im Kanal Flötz VIII mit Querschnitt von (10 1/2 Quadratfuss) 1,034 Quadratmeter Geschwindigkeit der Wetter von (2,00 Fuss) 0,628 Meter.

Wetterquantum in der Secunde (34 Kubikfuss) 1,060 Kubikmeter.

nach dem Einbau der Zinklutten:

im Kanal Flötz V Geschwindigkeit der Wetter von (5 Fuss) 1,569 Meter,

im Kanal Flötz VIII Geschwindigkeit der Wetter von (4 1/2 Fuss) 1,412 Meter.

Wetterquantum in der Secunde (96,2 Kubikfuss) 2,973 Kubikmeter.

Bei ca. 20 Umdrehungen des Ventilators in der Minute hatte man einen Effect von ca. (300 Kubikfuss) 9,275 Kubikmeter Luft auf jede Umdrehung, also 185 Kubikmeter in der Minute und eine Geschwindigkeit von (44 Fuss) 13,809 Meter in der Secunde, dabei war die Depression (2 Zoll) 52 Millimeter Wassersäule, welche bei 24 bis 25 Umdrehungen des Ventilators auf (3 Zoll) 78 Millimeter stieg. Schaltet man den Ventilator aus und verbindet die Röhrentour mit dem Maschinenschornstein, so schwankt die Depression zwischen (1/4 und 3/8 Zoll) 6 1/2 und 9 3/4 Millimeter, die Luftgeschwindigkeit sinkt auf (30 Fuss) 9,416 Meter in der Secunde und das ausströmende Wetterquantum auf (3800 Kubikfuss) 117 Kubikmeter in der Minute.

Ferner hat man inwendig glasirte Thonröhren, Röhren von gefirnisster Pappe (Steinpappe) angewendet; die ersteren sind zu leicht der Zerstörung ausgesetzt, die anderen widerstehen der Feuchtigkeit nicht, welches Hinderniss durch die jetzt aufgekommenen Asphaltröhren, über welche zur Zeit aber noch ausreichende Erfahrungen fehlen, beseitigt sein möchte. Ungetheerte Leinewandschläuche hat man in Mexiko benutzt, indem man sie auf Reifen gespannt hat, sie sind gut anwendbar, wo man einen starken Wetterstrom theilweise ablenken will.

---

[158]) Hauchecorne: a. a. O. S. 86. — Glückauf. Essen 1869. No. 33. — Berggeist. Köln 1869. S. 304.

Auf einigen Steinkohlengruben in der Nähe von Waldenburg hat man Wetterlutten aus verzinntem oder verbleitem Eisenblech in Gebrauch genommen und dieselben trotz ihres höheren Preises insofern bewährt gefunden, als sie eine bedeutend grössere Widerstandsfähigkeit gegen äussere Beschädigungen, als Zinklutten, gezeigt haben.

Die auf der Steinkohlengrube Friedenshoffnung bei Waldenburg verwendeten Wetterlutten von Asphaltröhren haben unbefriedigende Resultate geliefert, weil sie leicht zu beschädigen sind und ihre innere rauhe Oberfläche dem Luftstrom zu viele Hindernisse darbietet.[159])

Die Lutten müssen überall so angebracht werden, dass sie sicher vor Erschütterungen und Stössen sind; von Zinklutten muss man Eisen fern halten, um ein Oxydiren zu vermeiden; wenn man sie daher in Drahtschlingen aufhängt, muss man an den Berührungsstellen hölzerne Klötzchen unterschieben. Wo ein natürlicher Wetterstrom von den Lutten aufgenommen werden soll, muss man ihre Mündung trichterförmig erweitern.

*c.* Wetterscheider werden je nach der Art der Baue verschieden angebracht.

1. In Strecken sind sie bald horizontal als verdecktes Tragewerk auf der Sohle, selten als Firstenverschlag, bald vertikal als Streckenscheider vorhanden; erstere wendet man in engen Strecken von grösserer Höhe an, letztere in weiten Strecken mit seigeren oder nahe seigeren Stössen. Bei der Anbringung muss man Rücksicht darauf nehmen, wie der Zug gehen soll, also auf die Ursachen, welche auf die Richtung des Stromes Einfluss haben.

Für die horizontalen Scheider bedient man sich der Zimmerung, welche mit klaren Bergen überstürzt wird, selten der Gewölbemauerung, welche höchstens aus anderen Gründen veranlasst sein kann; für die vertikalen Scheider benutzt man gleichfalls Holz, oder Fachwerksmauerung etwa aus auf die hohe Kante gestellten Ziegeln, was man in Westfalen häufig in doppeltspurigen Querschlägen findet; auf den Gruben bei Saarbrücken benagelt man neuerdings ein Holzgerippe aus (4zölligem) 105 Millimeter starkem Quadratholz mit Segelleinewand, welche in Wasserglas getränkt ist;[160]) die Ausführung eines solchen Scheiders geht schnell von Statten, sie ist zwar theurer, als Zimmerung, aber billiger als Mauerung, welche am meisten Zeit verlangt.

2. In Schächten kann man Fachwerkscheider nicht gut anbringen, weil sie den Erschütterungen nicht genugsam widerstehen, gemauerte Scheider nehmen zu viel Raum fort, deshalb bedient man sich der ganz aus Brettern gefertigten Scheider, deren Fugen man zur besseren Dichtung mit Latten benagelt. Eine solche Einrichtung darf nie dauernd sein und höchstens nur während des Abteufens und der ersten Zeit der Inangriff-

[159]) Ebenda.
[160]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 9. A. S. 188.

nahme benutzt werden; jedenfalls muss man die Scheider gegen das Eindrücken bei Benutzung kräftiger Ventilatoren schützen.

In Betreff der Benutzung der Schachttrüme zum Wetterwechsel hat man zu beachten, dass, wo möglich, der Fahrschacht immer frische Wetter erhält, andrerseits muss man da, wo künstlicher Wetterzug stattfindet, danach streben, die Wetter im Pumpenschacht einfallen zu lassen.

## G. Beleuchtung der Gruben.

Die Regel in Betreff der Beleuchtung der Gruben ist die, dass die Mannschaften selbst den Leuchtapparat bei sich führen, die Ausnahme hingegen, dass eine stationäre Beleuchtung der Füllörter, langer Förderstrecken u. dgl. m. hergestellt wird.

### I. Tragbare Beleuchtungsmittel.

Die von den Bergleuten geführten Beleuchtungsmittel sind nach den verschiedenen Localitäten sehr verschieden, man hat Kienspäne, Fackeln, gewöhnliche Lichter, offen und in Laternen, meistentheils Lampen von mannigfacher Construction. Als Brennmaterial in den Lampen benutzt man Thran, welcher die Wetter sehr verdirbt, gewöhnlich Rüböl, in neuerer Zeit Hydrocarbüre, wie Solaröl, Photogen,[161]) welche zwar billiger als Rüböl, jedoch nur bei guten Wettern und nicht zu starkem Zuge brauchbar sind, da sonst starkes Russen und Verderben der Wetter eintritt.

An Stelle des auf den österreichischen Steinsalzgruben zu Bochnia und Wieliczka zur Beleuchtung verwendeten Unschlitts hat man Paraffin einzuführen versucht,[162]) welches billiger als Unschlitt ist und von welchem bei gleich grosser Flamme 1 Pfund um 2 Stunden länger brennt, als 1 Pfund Unschlitt, dabei ein helleres, reineres Licht hat und von Mäusen und Ratten nicht beschädigt wird. Dagegen hat das Paraffin den erheblichen Nachtheil, dass das Licht leicht verlischt und deshalb bei der Streckenförderung und an Orten, wo ein starker Luftzug stattfindet, nicht verwendbar ist.

Vielfach hat man auch Versuche gemacht, bei den tragbaren Lampen Petroleum zu verwenden.[163]) Es hat sich aber herausgestellt, dass dieses Beleuchtungsmaterial bei Anwendung der bisher gebräuchlichen Lampen nur in guter, reiner, trockener und ruhiger Luft benutzbar ist; in matten Wettern brennt das Petroleum zwar lange, russt jedoch in einer den Arbeiter sehr belästigenden Weise. Um den nothwendigen Luftzug zur Flamme zu bringen und ein ruhiges, hellleuchtendes Licht zu erzeugen,

---

[161]) Ebenda. Bd. 8. A. S. 195.
[162]) Oesterr. Zeitschr. f. B., H.- u- S.-Wesen. Wien 1869. S. 101. 185. 265.
[163]) Ebenda.

muss man Lampen mit Cylindern anwenden; diese werden aber selbst bei geringem Wetterzug stark angerusst und vermindern dadurch die Leuchtkraft, bei stärkerem Zug erlischt sogar die Flamme, ausserdem zerspringen die Cylinder sehr häufig, wodurch der Effect des billigeren Beleuchtungsmaterials sehr beeinträchtigt wird, auch ist in Steinsalzgruben die Verunreinigung des Salzes mit den Cylinderbruchstücken bedenklich. Würde man eine geeignete Lampe für Petroleum zum Gebrauch in der Grube construiren können, so würde man im Petroleum das billigste Material gefunden haben. Dieser Aufgabe hat sich Pischof zu Hrastnigg in Steiermark zu unterziehen versucht.[164]) Nach dem Erfinder soll constatirt sein, dass die Lampe in wetterarmen oder durch Brandgase verunreinigten Orten vorzügliche Dienste leiste, weil das Petroleum an solchen Orten viel länger und besser, als Rüböl brennt, also noch brennt, wenn Oellichter verlöschen. Um in solchen Fällen den Rauch der Flamme zu vermeiden, ist ein Rauchbrenner zum Auf- und Abnehmen angebracht, wodurch ein völlig rauchfreies Licht erzielt worden sein soll. Die Lampe ist aus Eisenblech sehr stark angefertigt und soll von langer Haltbarkeit sein. Nach Versuchen, welche zu Pribram angestellt sind, giebt die Lampe kein hinreichendes Licht, weil die Flamme zur Vermeidung des Russens sehr klein gehalten werden muss, womit der andere Uebelstand verbunden ist, dass sie bei einer nur mässig schnellen Bewegung oder bei einer Lufterschütterung, wie beim Schiessen leicht und oft verlischt. Ohne Rauchbrenner war bei diesen Versuchen das Licht matt, russig, übelriechend, verursachte Kopfschmerzen und reizte zum Husten. Auch mit dem Rauchbrenner gab die Lampe kein besseres Licht, als die Oellampe und verlöschte bei der geringsten Bewegung. Ausserdem ist die Lampe für die Arbeiter vor Ort ihrer Grösse und Schwere wegen wenig geeignet, so dass trotz der grösseren Billigkeit des Petroleums der Lampe mit Rüböl der entschiedene Vorzug eingeräumt worden ist. Ganz dieselben Erfahrungen hat man bei Versuchen auf der Königsgrube in Oberschlesien gemacht. Die Verbesserungen, welche Neusser[165]) angegeben hat, um eine Lampe für Petroleum zu construiren, namentlich Anbringung eines Glascylinders, Verwendung runder Brenner zur Bewirkung eines doppelten Luftzutritts, sind nicht geeignet, der Lampe grössere Brauchbarkeit bei der beweglichen Beleuchtung in der Grube zu gewähren.

Wie mit dem Petroleum sind auch die mit dem Petroleumäther (Ligroine) auf den Gruben im Mansfeldischen angestellten Versuche ausgefallen.[166]) Der Aether findet sich in der Lampe von einem Docht aufgesaugt und speist durch seine Verflüchtigung die Flamme. Auch hier ist die Flamme gegen jeden Luftzug empfindlich und verlöscht sehr leicht,

164) Ebenda. S. 199. 273. — Der Berggeist. Köln 1869. S. 20. 253.
165) Oesterr. Zeitschr. a. a. O. S. 324.
166) Hauchecorne a. a. O. Bd. 17. B. S. 85. — Glückauf. Essen 1869. No. 29.

ausserdem aber erwärmt bei jeder Bewegung die Lampe selbst leicht, wodurch die Verflüchtigung zu rasch vor sich geht und leicht Explosionen veranlasst werden können, weshalb die Lampe ausgelöscht werden muss.

Zur Feststellung des Werthes der Beleuchtungsmaterialien sind Versuche angestellt worden und Vorrichtungen hierzu angegeben.[167]) Auf einen Tisch, welcher in der Mittellinie mit einem Massstabe versehen ist, wird eine Tafel, welche mit weissem, ungeglättetem Papier überzogen ist, senkrecht aufgestellt; vor diese Tafel und deren Mittellinie entsprechend wird 52 Millimeter abstehend ein $4^1/_3$ Millimeter starker, runder, rechtwinkelig gebogener Eisenstab, welcher durch Ueberhalten über eine Lampe mattschwarz angelaufen ist, in ein in den Tisch gebohrtes Loch gesteckt, welches sich auf dem Nullpunkt der Eintheilung befindet. Gegenüber stellt man die Lampe oder Kerze, deren Leuchtkraft man untersuchen will und verrückt dieselbe so weit nach dem entgegengesetzen Ende, bis der Schatten des Stabes auf der Pagierplatte eine bestimmte Intensität hat. Da die Intensität des Lichtes im quadratischen Verhältniss zur Entfernung steht und der dunkelere Schatten dem stärkeren Lichte entspricht, so steht die Leuchtkraft zweier verschiedener Materialien, welche gleichen Schatten des Eisenstabes bewirken, im geraden Verhältniss zu den Quadraten der Entfernung, so dass man im Stande ist, den Werth der Beleuchtungsmaterialien aus der Entfernung der Lampe oder der Kerze von dem Nullpunkt abzulesen.

Am wichtigsten ist die Beleuchtung in Gruben mit schlagenden Wettern. Früher hatte man zu diesem Zweck:

*a.* Phosphorescirende Körper, z. B. den sogenannten Comton'schen Phosphor, welcher, aus 1 Theil Kreide mit 1 Theil Schwefel gemengt, im Tiegel bis zum Glühen erhitzt und zwischen zwei Glasscheiben dem Sonnenlichte ausgesetzt wurde; die Leuchtkraft dauert nicht lange. Einen andern derartigen Körper erhielt man durch Mengung von calcinirten Austerschalen mit Mehl, welche dem Lichte ausgesetzt wurden.

*b.* Die sogenannten Steel-mills in England, bei deren Drehung sich Funken entwickeln, sind nicht gefahrlos, indem die Funken die Wetter entzünden können.[168])

*c.* Sicherheitslampe. In Folge der grossen Unglücksfälle durch Explosion schlagender Wetter im Jahre 1812 in der Grafschaft Durham bildete sich zu Sunderland eine Gesellschaft (A society for the prevention of accidents in coal mines), welche sich die Aufgabe stellte, eine Lampe ausfindig zu machen; durch welche die Entzündung schlagender Wetter vermieden werden könnte. Kurz darauf übergab Dr. Clanny seine erste Lampe mit Wasserkühlung, welche aber eine praktische Anwendung nicht gefunden hat. Inzwischen hatte Davy die Gruben besucht und demnächst

---

[167]) Oesterr. Zeitschr. a. a. O. S. 185.
[168]) The Mining Journal. London 1868. p. 803.

mit den übersandten Gasen Versuche angestellt, welche ihn zur Erfindung der Sicherheitslampe führten auf Grund der Beobachtung, dass enge Metallröhrchen die auf der einen Seite erfolgte Entzündung nicht nach der anderen fortpflanzen. Fast gleichzeitig mit Davy brachte George Stephenson am 21. October 1815 seine Lampe (Geordie lamp) auf Willingworth colliery bei Newcastle mit vollständigem Erfolge zum Versuch, bei welcher die Flamme in einem Glasgefäss brennt, an dessen Boden sich enge Metallröhrchen zum Eintritt der Luft befinden, während sie am Deckel gleichfalls zum Austritt der Verbrennungsgase angebracht sind; ähnliche Lampen sind noch jetzt vorhanden, nur ist der von Davy eingeführte Drahtcylinder hinzugetreten.[169])

1. Die Lampe von Davy.

Die Lampe von Davy, welche noch immer, namentlich in England vielfach im Gebrauch ist, besteht aus einer gewöhnlichen runden Lampe, auf welcher ein kegelförmiges Drahtgeflecht aufgesetzt ist, innerhalb dessen die Flamme brennt, ohne dass die Entzündung auf die das Netz umgebende, mit schlagenden Wettern erfüllte Luft ausgedehnt wird. Nach Davy wird diese Entzündung dadurch verhindert, dass das Drahtnetz eine beständige Abkühlung der äussern Luft bewirkt, dann aber müssten die besten Wärmeleiter am vortheilhaftesten zum Drahtnetze verwendet werden können, was Bischof bestreitet. Dieser erklärt die Thatsache dadurch, dass die Flamme und das Verbrennen der Gase im Innern des Drahtkegels Zug erzeugt, welcher um so stärker wird, je grösser die Hitze ist, ihm entgegen kann die Entzündung, also auch nach Aussen, sich nicht fortpflanzen, nach Oben hin aber auch nicht, weil sich dort die Wetter verdünnt haben und ausserdem sich dort entzündbare Gase nicht mehr befinden; diese Ansicht käme also darauf hinaus, die Wirkung in dem gehemmten Zu- und Abfluss zu suchen. Hiergegen scheint die Erfahrung[170]) zu sprechen, denn nach den Untersuchungen einer belgischen Commission soll nämlich eine Oeffnung von 3 bis 5 Millimeter Weite, wenn 60 bis 80 Millimeter über dem Dochte gelegen, die Entzündung nach Aussen nicht gestatten, während eine Oeffnung von nur 2 Millimeter in der Höhe des Dochtes dies schon verursacht. Stets geht übrigens die Entzündung nach Aussen entgegengesetzt dem in die Lampe eintretenden Luftstrom, nie in der Richtung der Verbrennung.

Nach Krönig[171]) kühlt sich das Drahtnetz mehr durch Strahlung, als durch Leitung ab; dabei ist durch Versuche von Magnus[172]) bewiesen,

[169]) v. Rohr: der Steinkohlenbergbau in England und Schottland in Zeitschrift für B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 10. B. S. 51.

[170]) Ponson a. a. O. t. II. p. 266.

[171]) Krönig in Poggendorff Annalen der Physik und Chemie. Bd. 122. Seite 173.

[172]) Magnus ebenda. Bd. 121. S. 510.

dass das Metallgewebe als fester Körper ein grösseres Strahlungsvermögen, als die luftförmige Flamme besitzt, denn Magnus zeigt, dass eine nicht leuchtende Flamme mehr Wärme ausstrahlt, sobald eine Platinscheibe hineingebracht wird und noch mehr, wenn diese Platte mit kohlensaurem Natron überzogen wird. Der letztere Umstand scheint Graham's[173]) Angabe zu erklären, dass das Drahtgewebe der Sicherheitslampe weit undurchdringlicher für die Flamme ist, wenn es zuvor in eine Alkalilösung getaucht wird.

Als Regel ist anzunehmen, dass die Zahl der Maschen im Drahtnetz sich im Allgemeinen nach dem Grade der Explodirbarkeit der Wetter zu richten hat, dass der Draht nicht zu dick sein darf, weil er sonst zu viel Wärme aufspeichert, dass eine gewisse Weite und Höhe des Cylinders nicht überschritten werden darf, da nach Bischof die Sicherheit bei grösserer Weite abnimmt; man nimmt die Weite nicht über 50 Millimeter.

Davy empfahl 702 Maschen im Drahtnetz auf 1 Quadratzoll (auf altpreussisches Maass reducirt), in einzelnen Fällen 954 Maschen, gegenwärtig nimmt man in England 728 Maschen; aus neueren Untersuchungen, namentlich von Bischof, folgt, dass 784 bis 900 Maschen auf den Quadratzoll (28 bis 30 auf den Längenzoll) jedenfalls in Grubengas und auch in Leuchtgas schützen; den Draht macht man dabei 0,4 Millimeter dick. Ponson giebt (985 Maschen auf den Quadratzoll oder 31,38 auf den Längenzoll) 144 Maschen auf den Quadratcentimeter an bei einer Dicke des Drahtes von 0,98 Millimeter, einem Durchmesser der Maschen von 0,56 Millimeter, so dass sich der volle Theil der Masche zum offnen etwa wie 5 : 4 verhält. In Belgien schreibt die Verordnung vom 10. Juli 1851 Draht von mindestens 0,25 Millimeter Dicke und (1146 Maschen auf den Quadratzoll oder 39,225 auf den Längenzoll) 225 Maschen auf den Quadratcentimeter oder 15 auf den Centimeter vor. In Preussen bestehen hierüber bestimmte Vorschriften nicht. Bei Versuchen auf der Steinkohlengrube Rudolf bei Neurode fand v. Dücker 27 bis 28 Maschen auf den Längenzoll d. h. 729 bis 784 auf den Quadratzoll angeblich nicht genügend. In Westfalen empfiehlt man 750 bis 900 Maschen auf den Quadratzoll.[174]) Lampen, welche mit Krystallcylinder versehen sind, von denen weiter unten die Rede sein wird, haben dichteres Drahtgeflecht und wohl 1300 bis 2600 Maschen auf den Quadratzoll.

Das Drahtgeflecht wird in der Regel aus Eisendraht gefertigt, messingenes Drahtnetz wendet man nur beim Markscheiden an; in neuerer Zeit ist Aluminiumdraht versucht.

Man machte die sonderbare Erfahrung, dass in England unmittelbar nach Einführung der Lampe von Davy die Unglücksfälle sich vermehrten, statt verminderten; als Ursachen hiervon waren anzusehen, dass man früher zu gefährlich erachtete Baue aufnahm, dass die Arbeiter zu sorglos

---

[173]) Ebenda. Bd. 37. S. 467.
[174]) Glückauf. Essen 1871. No. 9.

waren und nicht beachteten, dass der Schutz kein absoluter, sondern nur ein relativer ist, endlich dass die Flamme bei starkem Luftzuge durch das Drahtnetz hindurchgeschleudert wird.

Die Lampe von Davy führt verschiedene Uebelstände mit sich:

1. Den Mangel an Helligkeit, zu dessen Beseitigung Davy Reflectoren aus polirtem Stahl oder Weissblechhohlspiegel hinter dem Cylinder anwendete, wodurch das Licht concentrirt, an sich nicht vermehrt werden kann. Newman brachte ausserhalb oder innerhalb eine Glaslinse an, die aber nur einen Punkt beleuchtet; ausserhalb dessen man fast nichts sieht, weshalb man, wie Lottner auf Dunkerque mine im Jahre 1862 gesehen, 4 grosse Linsen angebracht hat.

2. Das mechanische Herausschleudern der Flammen will man dadurch verhindern, dass man auf zwei Drittel der unteren Höhe verschiebbare Schilder aus Weissblech anbringt.[175])

3. Das Durchbrennen des Deckels auf dem Drahtnetz macht man dadurch unschädlich, dass man einen doppelten Deckel anwendet.

Von Davy ist noch vorgeschlagen, die Flamme mit einer Platinspirale zu umgeben, welche noch fortglüht, wenn die Flamme aus irgend einer Ursache schon erloschen ist; doch ist dies ohne practischen Werth.

### 2. Die Lampe von Upton-Roberts.

Bei der Lampe von Upton-Roberts ist der Drahtcylinder, welcher im Uebrigen, wie bei Davy angeordnet ist, bis auf zwei Drittel der Höhe mit einem gewöhnlichen Glascylinder, das letzte Drittel mit einem Messinghut, welcher oben seitliche Oeffnungen hat, umgeben, oder der Glascylinder ist auch wohl bis Oben verlängert. Der Luftzutritt zur Flamme erfolgt durch einen Kranz enger Oeffnungen, welche mit einem einfachen oder doppelten horizontalen Drahtnetz überdeckt sind. Die Lampe ist auch im Knallgas sicher, aber sie ist noch weniger hell, als die von Davy, dabei schwer und hat den Uebelstand, dass überfliessendes Oel leicht das horizontale Drahtnetz verstopft.

### 3. Die Lampe von Dusmenil.

Die Lampe von Dusmenil hat grosse Dimensionen, sie ist wegen ihrer Schwerfälligkeit nicht viel in Anwendung gekommen. Der Lampenkasten hat einen seitlichen Oelbehälter und platten Docht, darüber ist ein Krystallcylinder und in diesem ein offener, nur mit einer halbkugelförmigen Kappe versehener Blechschornstein angebracht, aus welchem die Verbrennungsproducte ausströmen. Die beiden Luftkanäle, durch welche der Eintritt der mit Grubengas geschwängerten Luft zur Flamme stattfindet, sind mit blechernen Hüten verschlossen, welche mit einem sehr feinen Netzgewebe von Messingblech (50 Maschen auf den Längenzoll) versehen

---

[175]) v. Rohr a. a. O. S. 51.

sind. Die Lampe erweckt nach ihrer Construction kein volles Vertrauen, sie hat sich aber als völlig sicher gezeigt; eigenthümlich ist das summende Geräusch, ähnlich wie das der chemischen Harmonika, namentlich in dem Falle, wenn der Schornstein ganz mit brennendem Grubengas erfüllt ist und die Dochtflamme zurücktritt.[176])

### 4. Die Lampe von Clanny.

Um der Lampe eine grössere Leuchtkraft zu geben, bringt Clanny zwischen dem Oelkasten oder der eigentlichen Lampe und dem Drahtcylinder einen Krystallcylinder an, welcher bis über die Flamme reicht; der Krystallcylinder ist unten und oben von Metallkränzen gehalten, von denen der untere, um der Luft den Zutritt zu gestatten, mit feinen Löchern versehen ist. Zum Schutze des Krystallcylinders ist derselbe von Aussen mit einigen starken Drahtstäben umgeben, welche zwischen Deckel und Oelkasten befestigt sind.

### 5. Die Lampe von Müseler.

Die Lampe von Müseler ist der von Clanny ganz gleich construirt, nur befindet sich im Innern über der Flamme ein blecherner Schornstein, durch welchen bewirkt wird, dass die Lampe in starken schlagenden Wettern, ferner bei schräger Haltung von selbst erlischt; sie ist in Belgien, namentlich in der Gegend von Lüttich sehr verbreitet.

### 6. Die Lampe von Herold.

Herold hat die Lampe von Müseler dadurch wesentlich verbessert, dass er ihr die von Upton-Roberts angewendete Luftzuführung einverleibte, indem er den mit den Luftzutrittsöffnungen versehenen Ring mit einem horizontalen Drahtnetz überdeckt, so dass eine etwaige Wirkung der Flamme auf die den Ring umgebenden Wetter verhindert wird.

Von den beiden zuletzt genannten, in ihrem Princip nahe stehenden Lampen wird der von Herold der Vorzug eingeräumt,[177]) weil dieselbe einen grösseren Lichteffect hat und das Auftreten schlagender Wetter früher, als bei der von Müseler wahrgenommen wird, was vor Oertern, bei denen Schiessarbeit stattfindet und das Nichtvorhandensein von schlagenden Wettern constatirt werden muss, von besonderer Wichtigkeit ist. Dagegen ist die Lampe von Müseler da vorzuziehen, wo schlagende Wetter sich fortdauernd entwickeln, weil die Lampe verlischt, sobald die Anhäufung so stark wird, dass eine Explosion zu befürchten steht, so dass die Arbeiter rechtzeitig gewarnt werden.

---

[176]) Erdmenger u. Krug v. Nidda: Versuche über das Verhalten verschiedener Sicherheitslampen in Dr. Karsten u. Dr. v. Dechen Archiv 1842. Bd. 16. S. 205.
[177]) Glückauf. Essen 1871. No. 9.

### 7. Die Lampe von Elvin.

Die Lampe von Elvin ist gleichfalls mit einem Krystallcylinder versehen, statt des fortlaufenden Drahtnetzcylinders aber mit einem cylinderischen Gestell, dessen fensterartige Oeffnungen mit Drahtgeweben verschlossen sind; in dem Krystallcylinder befindet sich ein oben mit feinen Löchern versehener, geschlossener Schornstein von Rothkupfer.

### 8. Die Lampe von Stephenson.[178])

Die Lampe von Stephenson hat unten Luftzutritt durch feine Kanäle im Glascylinder, welcher oben mit einem Kupferhut bedeckt und von einem weiteren und höheren Drahtcylinder ganz umschlossen ist.

Von den angeführten Constructionen erscheinen nur beachtenswerth die von Davy wegen ihrer Einfachheit und Leichtigkeit, die von Clanny wegen der guten Beleuchtung, die von Müseler für ungeübte und unerfahrene Arbeiter, die von Herold, welche noch besser leuchtet, als die von Clanny, so lange das horizontale Drahtnetz rein und nicht verstopft ist.

In neuerer Zeit sind zu den mannigfachen früheren Constructionen von Sicherheitslampen noch viele andere hinzugetreten, von denen sich einige Verbreitung zu verschaffen scheinen. Dahin gehört

9. Die Sicherheitslampe von Eckardt und Lauten in Hörde,[179]) welche in Fig. 470 dargestellt ist. a ist der metallenene Oelbehälter, auf welchem der Krystallcylinder b steht, derselbe ist durch das horizontale Drahtnetz c abgeschlossen. Auf diesem steht ein gewöhnlicher Drahtnetzcylinder d, während als eigenthümlich über der Flamme ein Glascylinder e in der gewöhnlichen Form bei Stubenlampen angebracht ist; f ist das Gestell der Lampe. Die Luft tritt durch den Drahtcylinder in der Richtung der Pfeile zunächst durch das horizontale Drahtnetz in die Kanäle gg und hh zur Flamme, i ist der von Aussen zu bewegende Reinigungsdraht. Die Lampe soll vermöge des Glascylinders ein weit besseres Licht, als sonstige Sicherheitslampen geben und die schlagenden Wetter leichter erkennen lassen, sie beleuchtet die Firsten der Grubenbaue besser und wirft nach Unten weniger Schatten, sie erlischt in schiefer Stellung und bei starkem Luftzuge nicht, die Temperatur innerhalb der Lampe wird nicht bis zur Gefahr gesteigert, während sie in brennbaren Gasen allmälig, in explodirbaren Gasströmungen augenblicklich erlöschen soll. Jedenfalls ist der innere Glascylinder ein Vorzug dieser Lampe.

10. Die Sicherheitslampen von Morison[180]) sind darauf berechnet, auch in einem lebhaften Strom von Wettern, welche mit Grubengas gemischt sind, benutzt werden zu können. Bei der einen Construction

---

178) v. Rohr a. a. O. S. 51.
179) Hauchecorne in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 17. B. S. 85.
180) The Mechanics' Magazine. Jahrg. 1868. S. 93.

Fig. 471 sind über dem Oelbehälter um die Flamme herum zwei starke Krystallcylinder E und F angebracht, zwischen denen ein geringer Zwischenraum gelassen ist; derselbe ist oben durch das horizontale Drahtnetz G, ebenso unten durch ein oder mehre solcher Netze H abgeschlossen; die Luft tritt durch G in den Zwischenraum und durch H zur Flamme. Um die Schnelligkeit des

Fig. 470.

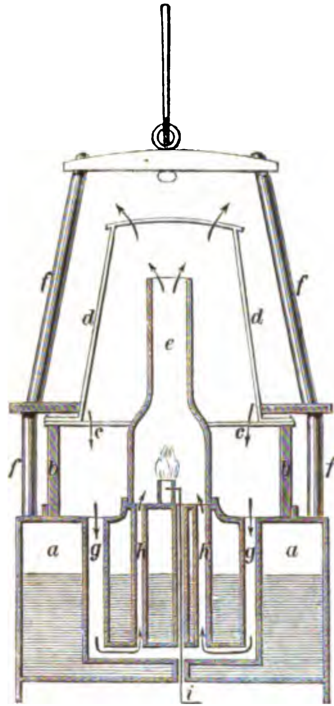
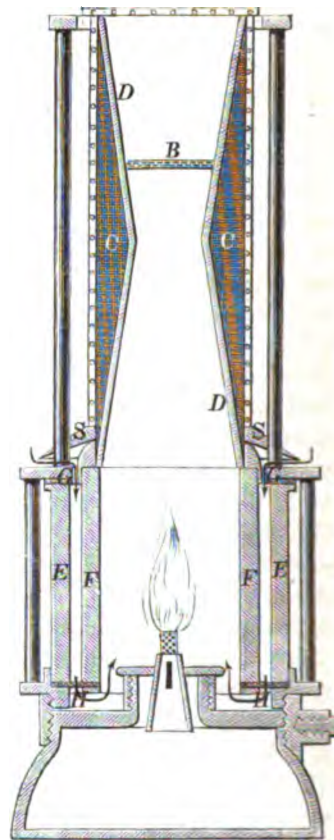



Fig. 471.

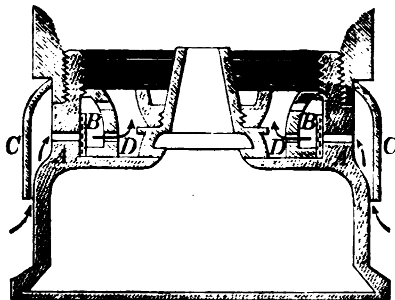



eintretenden Luftstroms zu brechen, befindet sich über den Glascylindern ein Schutzring S, welcher den Einströmungskanal verengt. Auf dem innern Glascylinder steht ein Drahtnetzcylinder C in gewöhnlicher Form, im Innern desselben aber ein Schornstein D, welcher aus zwei abgestumpften, mit der kleinen Grundfläche sich berührenden Kegeln besteht, und welcher in seinem oberen Theile nochmals durch ein horizontales Drahtnetz B abgeschlossen ist.

Nach einer anderen Construction desselben, Fig. 472, hat der Oelkasten zwei Wände, von denen die äussere bei A, die innere bei D durchbohrt und mit horizontalen Löchern versehen sind, durch welche die Luft zur Flamme tritt; um auch hier die Lebhaftigkeit der Zuströmung zu

mässigen, ist vor den Löchern A der schützende und verengende Hut C angebracht, während im Innern um die Löcher A das ringförmige Drahtnetz B gelegt ist; der Eintritt der Luft erfolgt in der Richtung der Pfeile.

Fig. 472.




Ueber dem Oelbehälter befindet sich ein Drahtnetzcylinder, welcher oben mit einem horizontalen Drahtnetz abgeschlossen und von Aussen mit einem Glascylinder umgeben ist.

Der Zweck der von Morison construirten Lampen ist, in einem explosiven Gasgemisch jede Communication zwischen der Lampenflamme und dem umgebenden Luftgemisch selbst dann zu verhindern, wenn dieses entzündliche Luft- und Gasgemisch mit sehr bedeutender Geschwindigkeit gegen die Lampe andringt.[181]) Die Lampen haben sich auf den englischen Gruben Hetton und Pelton bei Durham sehr bewährt.

11. Die Lampe von Reuland[182]) ist dadurch eigenthümlich, dass sie im Augenblick der grössten Gefahr von selbst erlöschen soll. Es hängt an der Decke des Drahtcylinders ein metallener Hut, welcher mittelst eines dünnen Drahtes aus leichtschmelzbarer Legirung von 2 bis 3 Theilen Zinn und 1 Theil Blei oder Wismuth befestigt ist; wenn die schlagenden Wetter das Drahtnetz erfüllen, steigt die Temperatur, und da bei 170 bis 190 Grad Celsius der Draht, an dem der Hut hängt, schmilzt, so muss derselbe selbst hinunter gleiten, auf die Flamme drücken und diese verlöschen. Die Zuverlässigkeit ist jedoch zweifelhaft, da das Herabgleiten des Hutes, welches im Allgemeinen nur selten stattfindet, im gegebenen Moment nicht rechtzeitig stattfinden und sich der Hut in der Führung festhängen könnte.

Mit der Lampe von Reuland sind durch den Bergrath Gallus eingehende Versuche angestellt worden.[183]) Bei den benutzten Probelampen

---

[181]) Dingler polytechn. Journal Bd. 190. S. 443. — Annales des mines. Paris. t. XII. p. 568. — Annales des travaux publics de Belgique. Bruxelles. t. XXV. p. 301.

[182]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Jhrg. 1868. S. 78. — „Glückauf". Jhrg. 1868. No. 14.

[183]) Glückauf. Essen 1868. No. 35. Jahrg. 1869. No. 45. — Berggeist. Köln 1870. S. 459.

ruht auf dem 6 Millimeter dicken und 48 Millimeter weiten Glascylinder eine ringförmig ausgeschnittene eiserne Platte von $1\frac{1}{2}$ Millimeter Dicke und 60 Millimeter äusserem Durchmesser, welche durch drei senkrechte, gleich weit von einander abstehende $2\frac{1}{2}$ Millimeter dicke eiserne Führungsstäbe mit einer in 94 Millimeter Abstand horizontal darüber liegenden $1\frac{1}{2}$ Millimeter dicken, 41 Millimeter im Durchmesser haltenden eisernen Platte zu einem festen cylinderischen Gestell vernietet ist. Dieses Gestell, welches von dem Drahtkorb umfasst wird, trägt mittelst eines in der oberen Platte centrisch beweglichen eisernen Stiftes von 4 Millimeter Dicke und 25 Millimeter Länge durch Steg und Vorstecker befestigt, ein rundes 14 Millimeter hohes, 28 Millimeter weites und 2 Millimeter dickes Hütchen von Kanonengut, welches mittelst drei halbkreisförmigen Ausschnitten in seinem 37 Millimeter Durchmesser haltenden Rande an den Führungsstangen des Gestells herabgleitet, sobald die Verbindung mit dem Aufhängestift gelöst ist. Durch das herabgefallene Hütchen wird der kreisrunde Ausschnitt in der unteren Platte des Gestells vollständig verdeckt und die Communication zwischen Glas- und Drahtcylinder aufgehoben. Der Vorstecker wurde früher aus einer leicht schmelzbaren Legirung von Zinn mit Blei oder Wismuth hergestellt; da die Lösung des Hütchens zu früh eintrat, hat man den Vorstecker aus Blei genommen. Man wählte zu den Versuchen zwei Lampen, welche eine geringe, aber scheinbar wichtige Verschiedenheit trugen. Bei No. I war der kreisförmige Ausschnitt der unteren Platte 27 Millimeter weit, so dass das Hütchen sich auf deren inneren Rand auflegte; bei No. II dagegen ist der innere Durchmesser der Platte gleich dem äusseren des Hütchens, nämlich 37 Millimeter, und nur da, wo die Führungsstangen stehen, sind zur Aufnahme derselben und Auflegung des Hütchens kleine Vorsprünge ausgespart. Zu den Versuchen wurde neben den beiden Probelampen eine bewährte von Eckardt angewendet. Alle drei Lampen wurden gleich hoch gestockt und dicht nebeneinander aufgehängt. Die brennbaren Gase erfüllten den Drahtkorb vollständig und bereits nach zwei Minuten wurde der Drahtkorb der Eckardt-schen Lampe glühend, so dass diese zurückgezogen werden musste. Eine Minute später schlug das Hütchen der Lampe No. II die Flamme aus, ohne dass bis dahin ein Glühendwerden des Netzes bemerkt worden wäre. Die Lampe No. I wurde erst 14 Minuten später, ohne dass das Hütchen gefallen wäre, zurückgenommen, aber auch ohne dass das Netz glühend geworden wäre. Die Lampe von Reuland zeichnet sich also vor der Eckardt'schen dadurch aus, dass ihr Drahtnetz viel später glühend wird; No. II hat aber vor No. I den Vorzug, dass sie eine vollkommenere Verbrennung des Leuchtmaterials und dadurch einen höheren Lichteffect, sowie eine durchaus ruhige Flamme zeigt; die Flamme in No. I flackerte hoch auf, während die in No. II rein, hell und unbeweglich fortbrannte. Durch die Versuche ist constatirt, dass die Construction II geeignet ist, die Lampe vor Eintritt der Gefahr zum Erlöschen zu bringen und, indem sie eine

schnelle Erhitzung des Drahtnetzes verhindert und das Erglühen hinausschiebt, einen längeren, gefahrlosen Aufenthalt innerhab eines explosiblen Gasgemenges zu ermöglichen, was bei Rettungsarbeiten in schlagenden Wettern sehr wichtig wäre; man würde selbst eine schwerer schmelzbare Legirung statt des Blei zum Vorstecker nehmen können, wie der Versuch mit der Lampe No. I hinreichend gezeigt hat, da dieselbe 17 Minuten im Gasgemenge brannte, ohne dass das Netz glühend wurde.

Auf der Steinkohlengrube cons. Glückhilf bei Waldenburg hat man Lampen von Reuland im Gebrauch, deren Hütchen regelmässig functionirt haben.

12. Die Sicherheitslampe von Heinbach,[184]) welche seit mehren Jahren zu Steyerdorf in Banat Anwendung findet, zeichnet sich dadurch aus, dass die Luft dem Brennpunkt unmittelbar und direct zugeführt wird, indem der Rand, auf welchem der Glascylinder aufsitzt, mit Löchern durchbrochen ist, welche von Innen mit Drahtnetz überzogen sind. Hierdurch soll sich die Lampe durch grosse Leuchtkraft auszeichnen und die Gegenwart von schlagenden Wettern mit grosser Sicherheit anzeigen. Die Lampe besitzt ausserdem die Einrichtung, dass der Docht nur bis zu einem gewissen Punkte in die Höhe geschraubt werden kann, während andrerseits dafür gesorgt ist, wie es auch bei anderen Lampen der Fall ist, dass beim Oeffnen oder Abschrauben des Oelkastens der Docht mit heruntergezogen wird und die Lampe verlöscht.

Die Sicherheitslampe ist für die Technicker ein Gegenstand, welcher fortdauernd zur Auffindung neuer Constructionen anlockt, um Verbesserungen und Vervollkommnungen aufzufinden. Bei den meisten dieser Erfindungen fehlt es aber an ausreichenden Beweisen, dass sie für den praktischen Gebrauch sich geeigneter zeigen, als die bisher bekannt gewordenen, so dass wir uns begnügen müssen, sie hier zu erwähnen und auf die Quellen zu verweisen.

Die Lampe von Boulanger[185]), welche besonders zur Beleuchtung von Lagerräumen mit leicht entzündlichen Flüssigkeiten (Alkohol, Petroleum u. s. w.) dienen soll, aber auch in Bergwerken benutzt werden kann, entspricht dem in der Lampe von Morison dargestellten Princip. — Die Lampe von Horn[186]) bezweckt das rechtzeitige Verlöschen, sobald das Gasgemisch in gefahrdrohender Weise vorhanden ist, indem die durch das Drahtnetz eintretende russige Gasmenge die in feinen Strahlen durch den durch-

[184]) Berg- u. Hüttenm.-Zeitg. v. Kerl u. Wimmer. Leipzig, Jahrg. 1867. S. 6. — Ebenda. Jahrg. 1868. S. 142. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Jahrg. 1868. S. 33.

[185]) Dingler polytechn. Journal Bd. 190. S. 27.

[186]) Polytechn. Centralblatt. Leipzig 1869. S. 639. — Berg- u. Hüttenm. Zeitung von Kerl und Wimmer. 1869. S. 332. — Der Berggeist. Köln 1869. S. 514. — The Mechanics' Magazine. London. Vol. 90. p. 261. — Magazin für die Literatur des Auslandes. Berlin 1869. S. 466.

löcherten Deckel eintretende Flamme ertödtet. — Auch die Lampe von Gray[187]) hat den Zweck ein plötzliches Verlöschen beim Eintritt der Gefahr zu bewirken. Bei dieser Lampe sind die Stangen, welche das Gestell bilden, hohl, die Luft tritt von Oben durch die Röhren in die am Lampenfusse befindliche Kammer und aus dieser durch einen Ring aus Drahtgewebe zur Flamme. Die Verbrennungsgase entweichen durch eine Scheibe aus Drahtgewebe, welche oben den über dem Glascylinder befindlichen Metallschornstein bedeckt. Wird das Gasgemenge explosibel, so kann nicht Luft genug zur Unterhaltung der Verbrennung durch die Maschen des Drahtgewebes treten und die Flamme verlöscht. Ausserdem hat die Lampe den Vortheil, dass sie wegen der beschränkten Anwendung des Drahtgewebes nicht leicht absichtlich oder unabsichtlich beschädigt werden kann. — Der von Dittges[188]) gemachte Vorschlag, welcher bis jetzt nicht zur Ausführung gelangte, hat gleichfalls den Zweck des rechtzeitigen Verlöschens, indem er die Flammen mit einem aus verschiedenen Metallen zusammengesetzten Streifen umgiebt, welche sich bei Erhitzung verschieden ausdehnen, so dass der der Flamme zunächstliegende Theil sich mehr ausdehnt, als der andere und dadurch mittelst Hebel einen Deckel in Bewegung setzt, welcher die Flamme auslöscht. — Von Rosius in Lüttich[189]) ist eine Construction angegeben, welche eine Verbesserung der Lampe von Müseler dahin beabsichtigt, dass das Anzünden der Flamme schneller vor sich geht, als bei jener, weil bei einer grossen Belegschaft das Anzünden der vielen Lampen schon lange vor der Schicht begonnen werden muss, also unnütz Oel verbrannt wird.

Die Lampe von Clarbour und Teale[190]) hat den Zweck, nach dem Verlöschen es dem Bergmann unmöglich zu machen, sie wieder anzuzünden; an der Röhre, in welcher der Lampendocht sich befindet, ist ein Flansch angebracht, welcher sich auf zwei Hebel aufsetzt und dadurch verhindert, dass der Oelbehälter von dem Drahtnetz ohne Weiteres gelöst werden kann, so dass der Arbeiter nicht zum Docht gelangen kann. — Die Lampe von Plimsoll[191]) beruht auf dem von Stephenson angewendeten Princip, dass die Flamme verlöscht, sobald schlagende Wetter zu derselben treten, indem innerhalb der Lampe eine Explosion stattfindet; sie hat nach der Beschreibung eine sehr gute Luftzuführung, brennt hell und kann nicht geöffnet werden, ohne dass sie auslöscht. Sie hat den Nachtheil, dass die

[187]) Polytechn. Centralbl. Leipzig 1869. S. 640. — Berg- u. Hüttenm. Zeitg. von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1869. S. 364. — The Mechanics' Magazine. London. Vol. 90. S. 316.

[188]) Der Berggeist. Köln 1870. S. 147. 459. — Glückauf. Essen 1870. No. 31

[189]) Revue universelle des mines. Paris et Liège. t. 27. p. 629.

[190]) The Mechanics' Magazine. Vol. 94. p. 350. — The Engineering and Mining Journal. New-York. Vol. 10. p. 225.

[191]) The Mining Journal. London 1872. p. 315. 538. — Der Berggeist. Köln 1872. S. 395.

Arbeiter im entscheidenden Moment ohne Licht sind. — Dr. Irvine berichtet[192]) von einer Lampe, welche nach Art der Gasharmonika laute Töne von sich giebt, sobald Kohlenwasserstoff in dieselbe eintritt, wodurch die Anwesenheit der gefährlichen Gase dargethan wird. —

Von Dinant, dem Director der Gruben zu Anzin ist eine Lampe[193]) construirt, deren Oeffnen gleichfalls unmöglich ist, indem ein federnder Stift, welcher durch den Deckel des Oelbehälters hindurchgeht, mit einer Mischung von Zinn und Zink verlöthet ist, so dass jeder Versuch der Arbeiter, die Lampe zu öffnen, vergeblich ist, jedenfalls sofort entdeckt wird. Der Verschluss, welcher vor dem Gebrauch der Lampe jedes Mal wiederholt und nach dem Gebrauch behufs Reinigung der Lampe wieder beseitigt werden muss, ist kostspielig und erfordert viel Zeit: nach der Quelle können in einer Stunde 70 bis 75 Lampen von einem Mann fertig gestellt werden. Die Vorrichtung kann übrigens bei jeder Lampenconstruction, deren Oelbehälter einen versenkten Deckel hat, angewendet werden.

Hinsichtlich der Leuchtkraft giebt Davy folgende Verhältnisszahlen an:

| | |
|---|---|
| Lampe von Davy mit Schild und Reflector | 49 |
| Grubenkerze | 43½ |
| gewöhnliche Lampe von Davy | 39 |
| Lampe mit doppeltem Kupferdrahtnetz | 25 |
| grösster Effect der steel-mill | 25 |

Nach Clarke[194]) hätte man folgende Verhältnisszahlen, wobei gewöhnliche Grubenkerzen, wovon 30 Stück auf das Pfund gehen, die Grundlage des Vergleichs bilden:

| Art der Lampe | Gewicht der Lampe | um 1 Licht (6 Stück auf 1 Pfund) zu ersetzen, sind ohne Drahtnetz erforderl. | um 1 Licht (30 Stück auf 1 Pfund) zu ersetzen, sind mit Drahtnetz erforderl. |
|---|---|---|---|
| Davy | 1 Pfund 5 Unzen | 2½ Lampen | 4½ Lampen |
| Clanny | 2 „ 13 „ | 3⅝ „ | 1⅝ „ |
| Müseler | 2 „ 11 „ | 3¹⁄₁₆ „ | 1⅛ „ |
| Stephenson | 2 „ 4½ „ | 17 „ | 8½ „ |
| Upton-Roberts | 2 „ 4½ „ | 25 „ | 12½ „ |

Man hat über die Leuchtkraft der verschiedenen Lampen in explosiven Gasen in England directe Versuche angestellt. Ein Kasten von (12 Fuss englisch) 30 Centimeter Länge, (11 Zoll) 28 Centimeter Breite und (4 Zoll) 10 Centimeter Höhe, welcher an einer Seite mit einer Glaswand versehen ist, wurde mit dem Ausströmungshahn einer Leuchtgasvorrichtung in Verbindung gesetzt und ein Strom dieses Gases von der Geschwindigkeit von (5 englichen Meilen in der Stunde) 45 Centimeter in der Secunde durch den Kasten hindurchgeführt; in demselben befanden sich die verschiedenen brennenden Lampen. Die Lampe von Davy explodirte in 6 bis 9 Secun-

[192]) The Mining Journal a. a. O. p. 435.

[193]) Bulletin de la société de l'industrie minérale. Paris. t. 15. p. 428.

[194]) Philipp: on the Ventilation of Mines. p. 55.

den, die belgische Lampe von **Müseler** in 10 Secunden, die von **Clanny** kleinerer Construction in 7, die grössere in 10 Secunden, die von **Stephenson** in 75 Secunden.[195]) Bei einem andern gleichen Versuche[196]) zeigte es sich ebenso, dass die Lampen von **Davy** und **Clanny** sehr bald explodirten, während die Lampe von **Stephenson** und ebenso die von **Morison** ungehindert dem Gasstrom ausgesetzt blieben, ohne zu explodiren.

Auf Eppleton Colliery zu Durham[197]) hat man Versuche angestellt mit Lampen von Davy, Stephenson, Clanny und den durch Gray und Hann verbesserten Lampen von Clanny und dabei gefunden bei einer Geschwindigkeit in der Secunde von:

| | 2,511 Meter | 3,609 Meter |
|---|---|---|
| Lampe von **Davy** | explodirte in 4 Sec. | explodirte in 2—3 Sec. |
| „ „ **Stephenson No. 1.** | ging aus „ 10 „ | brannte weiter nach 60 „ |
| „ „ **Stephenson No. 2.** | „ „ „ 5 „ | ging aus in 5—$7\frac{1}{2}$ „ |
| „ „ **Clanny-Gray** | „ „ „ 3 „ | „ „ „ 3 „ |
| „ „ **Clanny** | „ „ „ $5\frac{1}{2}$ „ | explodirte in 6 „ |
| „ „ **Hann No. 1.** | „ „ „ $2\frac{1}{2}$ „ | ging aus „ 21 „ |
| „ „ **Hann No. 2.** | „ „ „ $2\frac{1}{2}$ „ | „ „ „ 7 „ |
| „ „ **Hann No. 3.** | „ „ „ 4 „ | „ „ „ 9 „ |

| | 4,551 Meter | 6,120 Meter |
|---|---|---|
| Lampe von **Davy** | explodirte in 3 Sec., | explodirte in 3 Sec., |
| „ „ **Stephenson No. 1.** | ging aus „ 3 „ | ging aus „ 6 „ |
| „ „ **Stephenson No. 2.** | „ „ „ 5 „ | „ „ „ 14—19 „ |
| „ „ **Clanny-Gray** | „ „ „ 3 „ | „ „ „ $3\frac{1}{2}$ „ |
| „ „ **Clanny** | — | - |
| „ „ **Hann No. 1.** | ging aus in 6 Sec., | brannte weiter nach 30 Sec., |
| „ „ **Hann No. 2.** | — | „ „ „ 26 „ |
| „ „ **Hann No. 3.** | — | — |

| | 7,846 Meter | 10,828 Meter |
|---|---|---|
| Lampe von **Davy** | explodirte in 1 Sec., | explodirte in 1 Sec., |
| „ „ **Stephenson No. 1.** | ging aus „ 4 „ | „ „ „ 4 „ |
| „ „ **Stephenson No. 2.** | explodirte „ 3 „ | – |
| „ „ **Clanny-Gray** | brannte weiter n. 30 „ | brannte w. n. 15—20 „ |
| „ „ **Clanny** | explodirte in 2 „ | — |
| „ „ **Hann No. 1.** | brannte weiter n. 26 „ | brannte w. nach 20 „ |
| „ „ **Hann No. 2.** | — | „ „ „ 26 „ |
| „ „ **Hann No. 3.** | — | — |

| | 12,083 Meter |
|---|---|
| Lampe von **Davy** | explodirte momentan |
| „ „ **Stephenson No. 1.** | ging aus |
| „ „ **Stephenson No. 2.** | explodirte |
| „ „ **Clanny-Gray** | — |
| „ „ **Clanny** | — |
| „ „ **Hann No. 1.** | brannte weiter |
| „ „ **Hann No. 2.** | „ „ |
| „ „ **Hann No. 3.** | — |

195) The Mechanics' Magazine. Jhrg. 1867. S. 112. — „Glückauf." Jhrg. 1867. No. 37.

196) The Mechanics' Magazine. Jhrg. 1867. S. 183.

197) Der Berggeist. Köln 1869. S. 477. — Glückauf. Essen 1870. No. 1. — Annales des travaux publics de Belgique. Bruxelles. t. XXVI. p. 5.

Nach diesen Versuchen kann man nicht mit Bestimmtheit behaupten, dass eine Lampe die andere an Sicherheit überträfe; zur **Erkennung** der Gefahr reicht jedenfalls auch die Lampe von Davy aus, aber um der Gefahr rechtzeitig **entgehen** zu können, wird man eine der anderen Constructionen in regelmässigen Gebrauch zu nehmen haben.

Auch in Belgien hat eine Commission eingehende Versuche angestellt und dabei die Lampe von **Davy**, **Müseler**, **Combes**, **Morison** und zwei von ihr selbst construirte Lampen A und B untersucht.[198]) Die Versuche sind mit einer Mischung aus Leuchtgas und Luft theils in ruhigen Wettern, theils im Wetterstrome angestellt und dabei folgendes Endergebniss gefunden:

1. Die gewöhnlichen Drahtgewebe, bei denen das Verhältniss der Fläche der Oeffnungen zu der ganzen Fläche zwischen 0,26 und 0,43 schwankt, bilden nur dann genügende Schutzmittel gegen die Möglichkeit einer Explosion, wenn das die Lampe umgebende Gasgemenge in Ruhe ist und das Drahtnetz nicht lange rothglühend ist.

2. Die Drahtgewebe, bei denen das Verhältniss der Oeffnungsfläche zur ganzen Fläche 0,43 ist, bieten der Flamme nicht ausreichende Widerstände gegen ein Durchschlagen, wenn die Lampe einem Wetterstrome von 1,7 Meter Geschwindigkeit in der Secunde in einem Gasgemisch ausgesetzt ist; da diese Geschwindigkeit häufig erreicht und übertroffen wird, muss man auf den Gebrauch von Sicherheitslampen mit einfachem Drahtgewebe verzichten.

3. Als ein Schutzmittel gegen die Gefahr einer Explosion ist die Anbringung eines Schirms anzusehen, durch welchen das Antreiben der Flamme gegen das Gewebe verhindert wird.

4. Damit eine Lampe mit Glascylinder leicht gehandhabt werden könne, ohne zu verlöschen, muss ein Luftzutritt von Oben in den Cylinder stattfinden.

5. Wenn der Luftzutritt nur von Oben durch das Glas erfolgt, werden die der Luftbewegung in der Lampe sich entgegenstellenden Widerstände durch eine Kraft überwunden, welche von der Temperatur der erwärmten ausziehenden Gase und von der Höhe zwischen dem Orte des Eintritts der frischen Luft und dem des Abzuges des Rauches abhängig ist; wird die Lampe geneigt, so vermindert sich die wirkende Höhe und wird diese sehr klein, so verlöscht die Lampe, was man durch Verringerung der Widerstände oder durch Vergrösserung der wirkenden Höhe zu vermindern sucht.

Nach diesen Hauptresultaten stellte die Commission Folgendes fest:

1. Die im Allgemeinen wegen ihrer Einfachheit zu empfehlende Lampe von **Müseler** hat nur eine geringe Beleuchtungszone und bedarf wegen

---

[198]) Expériences sur les lampes de sureté in Bulletin de la société de l'industrie minérale Paris. t. XIII. p. 723. — Glückauf. Essen 1869. No. 47.

des leichten Verlöschens einer geschickten Handhabung durch die Arbeiter. Man kann sie verbessern durch Erhöhung des Schornsteins und des Drahtnetzes oder durch Erweiterung des Schornsteins oder durch Vergrösserung der Höhe des Glascylinders, was die Sicherheit nicht beeinträchtigt, wenn nur der Schornstein hoch und eng genug bleibt, damit die Flamme nicht bis zum Deckel aufsteigen kann und derselbe tief genug unter die Scheidewand hinunterragt, damit der Luftstrom nicht direct die Dochtflamme erreichen kann.

2. Die Lampe A, bei welcher der Luftzutritt nur von Oben stattfindet, und welche mit einem Schornstein versehen ist, verträgt eine grössere Neigung, als die Lampe von Müseler und ist deshalb leichter zu handhaben; sie hat ausserdem eine grössere Leuchtkraft und Beleuchtungszone, als jene.

3. Die Lampe B. lässt wie die von Combes die Luft oben und unten zutreten, sie verlöscht nicht eben so leicht, als die Lampen, welche lediglich oberen Luftzutritt haben, sie hat eine grössere Lichtstärke und kann ohne Nachtheil bewegt und geneigt werden.

4. Die Lampe von Morison ist zu complicirt, um ohne bedeutende Aenderungen in den praktischen Gebrauch eingeführt zu werden.

Auf der Hettongrube bei Durham hat man sich des folgenden Apparats zur Untersuchung der Sicherheitslampen bedient.[199]) Ein hölzerner Kasten von 3 Meter Länge und 0,25 Quadratmeter Querschnitt hat an der Vorderseite drei Glasfenster, von denen das erste a (Fig. 473)

Fig. 473.



zur Aufnahme des Rohres dient, durch welches das Gasgemenge zugeführt wird; an der zweiten Oeffnung b wird ein Anemometer zur Bestimmung der Geschwindigkeit des Luftstroms angebracht, an der dritten c endlich die zu untersuchende Lampe aufgestellt. Eine Schütze d dient zur Regulirung des Luftstromes. Die Zuleitungsröhre e hat einen Durchmesser von 50 Millimeter und mündet in eine Brause nach Art der Giesskannen; mit einem Hahne f wird die Geschwindigkeit des Gasstromes geregelt. Bei sss sind Klappen angebracht, welche sich von Innen nach Aussen öffnen und den Austritt der Verbrennungsproducte bei der Gasexplosion gestatten.

[199]) Annales des mines. Paris. t. XII. p. 570.

Mit diesem Apparat sind auf der Hettongrube zahlreiche Versuche angestellt worden.

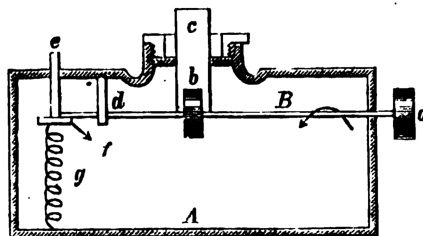
Von neueren Versuchen in Betreff der Construction ist noch die Anwendung ringförmiger Dochte zu erwähnen: der Oelbehälter hat unten einen vorspringenden Rand, innerhalb dessen ein horizontales Drahtnetz eingeschraubt ist, unterhalb des Netzes sind in dem Ringe Oeffnungen angebracht, damit die Lampe, auch wenn sie steht, noch Luft erhalten kann.

Die Lampen müssen einen festen Verschluss haben, damit der Oelbehälter mit der brennenden Flamme nicht von dem Drahtnetz willkürlich gelöst werden kann, wodurch die schlagenden Wetter sofort entzündet werden würden. Anfangs hatte man hierzu kleine Vorhängeschlösser, jetzt wendet man Schrauben an, welche durch den Oelkasten hindurch gehen, in den Rand des Krystallcylinders oder des Drahtnetzes eingreifen und durch besonders dazu bestimmte Schlüssel auf- und zugedreht werden können. Man hat die verschiedenartigsten Constructionen versucht, um das Oeffnen durch die Arbeiter unmöglich zu machen, doch hat man eine allgemein anwendbare Lösung dieser wichtigen Aufgabe noch nicht gefunden. Auch hat man Constructionen vielfach versucht, vermöge deren die Lampe beim Oeffnen erlischt, doch sind dieselben zu complicirt, auch nicht praktisch, denn wer so unvorsichtig ist, die Lampe zu öffnen, findet auch Mittel, sie wieder anzuzünden.

Bei Waring[200]) muss, bevor man die Lampe öffnen kann, ein Auslöscher von oben herab sich über den Docht stülpen.

Bei Dubrulle[201]) bewirkt der Dochtsteller zugleich das Niederziehen des Dochtes, wenn man öffnen will. In Fig. 474 ist A der Oelbehälter,

Fig. 474.




B eine kleine Welle mit einem äusseren Knopf a, an welcher sich ein Rädchen b befindet, dessen Zacken gegen den Halter c des platten Dochtes drücken, d ist ein zweites Lager der Welle, welches an den Deckel angelöthet ist, e ist ein Verschlussstift mit einem platten Kopf f, welcher durch den Deckel hindurchgeht und mittelst der Spiralfeder g angedrückt wird; die Welle B ist am Ende rechtwinkelig umgebogen und trägt hier

[200]) Berg- u. Hüttenm.-Zeitg. v. Bornemann u. Kerl. Freiberg 1861. S. 40. — Oesterr. Zeitschrift f. B.- u. H.-Wesen. Jahrg. 1862. S. 38.

[201]) Oesterr. Zeitschr. a. a. O. S. 39.

das Plättchen h mit dem Stift i (Fig. 475). Wird die Welle B in der Richtung des Pfeils gedreht, so hebt sich die Platte h von dem Kopf f, wodurch der Docht steigt, die Drehung kann fast um 360 Grad geschehen, so dass der Docht zu beliebiger Höhe ausgeschraubt werden kann; soll geöffnet werden, so muss man umgekehrt drehen, damit der Stift i auf den Kopf f drückt und diesen mit dem Stift e herunterzieht, wobei der Docht in die Tülle zurückgezogen wird. Jedenfalls lassen sich diese Drehungen leicht verwechseln. Aehnliche Vorkehrungen sind an vielen

Fig. 475.

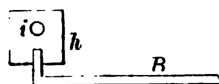
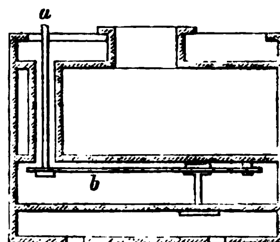



Fig. 476.




anderen Lampen angebracht, so an der oben erwähnten von Heinbach u. a. m. — Bei dem pneumatischen Verschluss von Laurent[202]) wird der schliessende vertikale, durch eine Feder angedrückte Stift a (Fig. 476) durch die Biegung eines falschen Bodens b herabgezogen, wenn man die Lampe mittelst einer Kautschukkappe über eine kleine Luftpumpe setzt. — Auch zu dem Zwecke, die Lampe zum Verlöschen zu bringen, wenn sie unbefugter Weise geöffnet wird, sind mannigfache neuere Angaben gemacht, von denen bereits oben S. 304 mehre erwähnt wurden. Bei Beuther[203]) wird beim Losschrauben des Oelkastens die Dochthülse mit dem Docht heruntergezogen, und die Lampe verlischt. — Bei Gilmore[204]) wird durch das Losschrauben des Oelbehälters ein durch eine Feder bewegbarer Auslöscher in Bewegung gesetzt, welcher in der geschlossenen Lampe durch eine lösbare Arretirvorrichtung festgehalten wird. — Ganz eigenthümlich ist die Verschlussvorrichtung in der Lampe von Craig & Bidder.[205]) Eine in dem doppelten Boden der Lampe befindliche starke federnde Zunge, an deren freiem Ende zwei eiserne Scheiben aufgelegt sind, führt an demselben Ende einen durch den ganzen Oelkasten bis in die Substanz des aufzuschraubenden Gehäuserandes reichenden Stift, welcher die Drehung desselben verhindert, so lange die Feder frei ist. Setzt man

202) Berg- u. Hüttenm.-Zeitg. v. Bornemann u. Kerl. Freiberg 1861. S. 385.
203) Glückauf. Essen 1869. No. 44.
204) Ebenda. 1869. No. 46. — Der Berggeist. Köln 1870. S. 45.
205) Der Berggeist. Köln 1870. S. 64. — The Mechanics' Magazine. Vol. 90. p. 426. Vol. 95. p. 480. — Glückauf. Essen 1870. No. 8. — Zeitschr. für Gewerbe, Handel u. Volkswirthschaft. Redacteur: Dr. Frantz in Beuthen. O. S. 1872. S. 43.

die Lampe auf einen starken Elektromagneten, so dass die eisernen Scheiben der Zunge über den Stirnen des Magneten liegen, so wird die Federkraft der Zunge überwunden, diese wird abwärts gezogen und der Stift rückt aus dem in den Rand des Gehäuses gebohrten Loch, so dass die Lampe aus einander geschraubt und demnächst die Verbindung mit dem Magneten wieder gelöst werden kann, um die Lampe von Neuem wieder zusammen zu setzen.

Die Bewartung der Sicherheitslampen erfolgt zweckmässig durch die Grubenverwaltung, wofür in einzelnen preussischen Bergwerksrevieren ausdrückliche Vorschriften bestehen[206]); man hat dadurch die Gewissheit, dass jeder Bergmann eine gut gereinigte, unbeschädigte und verschlossene Lampe in die Hand bekommt. In England dagegen[207]) bleibt nur der Oelbehälter auf der Grube, während die Bergleute die zugehörigen Drahtcylinder zur Reinigung in ihre Behausung nehmen. In dem schon mehrfach angezogenen Gesetz vom 3. März 1870 über die Ventilation der Bergwerke in Pennsylvanien Section IX[208]) wird bestimmt, dass die Sicherheitslampen Eigenthum des Grubenbesitzers und der Obhut einer sicheren Person unter Aufsicht des Wetteraufsehers anvertraut sein sollen; die Arbeiter haben die brennende Lampe also erst bei Beginn der Schicht auf der Grube zu empfangen. — Für die Arbeiter zu Steyerdorf im Banat ist über die Handhabung der Sicherheitslampen (hier der von Heinbach) von diesem Ingenieur eine besondere Instruction erlassen,[209]) wonach die Arbeiter die Lampen anzukaufen und in Ordnung zu halten haben, während die Lampenaufseher dieselben nur vor Beginn der Schicht revidiren. Ist eine Lampe einer Reparatur zu unterwerfen, so erfolgt dieselbe auf der Grube für Rechnung des Arbeiters; während der Reparatur erhält derselbe aus den Beständen der Grube eine Reservelampe.

Als Leuchtmaterial wird gereinigtes Rüböl angewendet, welches am wenigsten Russ veranlasst; da dieses Oel in der Regel freie Säuren enthält, ist es gut, das Innere des Oelbehälters zu verzinnen. Zuweilen werden Hydrocarbüre als Leuchtmittel benutzt, die aber wegen ihrer starken Neigung zum Russen nicht zu empfehlen sind.

Geflochtene platte Dochte sind in mancher Hinsicht besser, als gedrehte runde, lassen sich auch leichter putzen. Zum Putzen hat man für die runden Dochte einen Draht mit einem Haken an der Spitze, welcher durch den Oelbehälter hindurchgeht, von Aussen her auf- und abgeschoben und gedreht werden kann; bei platten Dochten bringt man wohl auch seitwärts eine Welle an, welche eine mit Spitzen versehene Scheibe trägt, wodurch das Putzen und Auf- und Abbewegen des Dochtes bewirkt wird;

[206]) Dr. Achenbach: die Bergpolizeivorschriften des rheinischen Hauptbergdistrikts. Köln 1859. S. 101. 111.

[207]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 10. B. S. 54.

[208]) Glückauf. Essen 1870. No. 38.

[209]) Berg- u. Hüttenm. Zeitg. von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1868. S. 293.

es empfiehlt sich diese Methode auch besonders bei Untersuchung mit der Sicherheitslampe auf schlagende Wetter, weil man die Stellung des Dochtes mehr in der Gewalt hat.

Das Reinigen der Drahtnetze erfolgt entweder durch Ausglühen über einem schwachen Kohlenfeuer oder schnell flackerndem Feuer von Hobelspänen oder durch Auskochen, wozu man verschiedene alkalische Lösungen verwendet, z. B. in der Gegend von Aachen eine Lösung von 1 Theil Soda in 7 Theilen Wasser; nachdem die Netze in derselben gekocht sind, werden sie in reinem Wasser abgespült und demnächst getrocknet; in der Gegend von Anzin werden die Drahtnetze in einer Lösung von 20 Pfund Pottasche in $349^1/_3$ Quart Wasser gereinigt, indem etwa 40 Drahtcylinder auf Stäbe einer Trommel gesteckt werden, welche in die Flüssigkeit eintaucht und darin gedreht wird, während die Drahtnetze gleichzeitig gegen 2 Bürsten gerieben werden; die Lauge wird nur erneuert, wenn sie schmutzig ist, dagegen wird ein täglich frisch bereitetes Bad von 2 Pfund Aetzkalk auf $87^1/_3$ Quart Wasser angewendet, in welchem die Netze abgespült werden, alsdann folgt schnelles Trocknen auf warmem Ofen und Abreiben mit der Hand. Drahtcylinder, welche zur Reserve dienen, werden eingeölt, um sie vor Verunreinigung und Rost zu schützen.

Jede Lampe erhält eine Nummer, welche einem bestimmten Arbeiter zugetheilt wird, um jederzeit controliren zu können, welcher Arbeiter seine Lampe nicht in ordnungsmässigem Zustande erhält.

Beim Fahren muss man mit der Sicherheitslampe nicht schleudern, muss zu starke Wetterströme vermeiden, die Lampe tief halten, um das Entzünden der ausserhalb der Lampe befindlichen entzündlichen Wetter zu vermeiden. Wenn während des Fahrens oder der Arbeit der Draht glühend wird, darf man die Flamme nicht ausblasen wollen, weil dann sofort eine Explosion bewirkt werden kann, vielmehr muss man den Docht mit grosser Vorsicht herunterziehen und so die Lampe auslöschen; brennt dann das Gas im Innern des Drahtnetzes noch fort, so bedeckt man die Lampe mit den Kleidern oder einem nassen Tuche oder stülpt eine bereit gehaltene Kapsel darüber.

Sonstige Vorsichtsmassregeln beim Auftreten schlagender Wetter bestehen darin, dass man durch Feuermänner oder zuverlässige Arbeiter die Arbeitspunkte sorgfältig untersuchen lässt, bevor die Belegschaft vor Ort geht, dass man Signale ausstellt, wenn die Arbeiten gefährlich sind, um vor dem Betreten der Oerter zu warnen, dass man die Baue mit Spreizen und Verschlägen versieht, damit sie von Unbefugten nicht betreten werden, dass man den alten Mann fest abschliesst, um gleichfalls das Betreten zu verhindern. In England geht man in neuerer Zeit von dieser letzten Massregel ab,[210]) indem man vielmehr die Wetter von den Bauen noch durch den alten Mann streichen lässt und dann erst in der Haupt-

[210]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 10. S. 48.

wetterstrecke sammelt, wodurch jede Anhäufung schlagender Wetter im alten Mann verhütet werden soll.

Wenn bei Sicherheitslampen gearbeitet werden muss, ist das Mitnehmen offener Lampen und von Feuerzeug, sowie das Tabackrauchen aufs Strengste zu untersagen und zu verhindern; man richtet an den Füllörtern oder an sonst ungefährlichen Punkten in der Grube Lampenstätten ein, wo jeder Fahrende sein offenes Grubenlicht zurücklässt und mit einer hier empfangenen Sicherheitslampe weiter fährt. Um das Anzünden verloschener Lampen unnöthig zu machen, werden an bestimmten Punkten angezündete Reservelampen gehalten, was namentlich bei der leicht verlöschenden Lampe von Müseler nothwendig ist.

Sprengarbeit beim Vorhandensein schlagender Wetter lässt sich nicht absolut untersagen, muss aber mit grosser Vorsicht ausgeführt werden, bei starker Concentration schlagender Wetter ist es aber unbedingt zu verbieten, wie es beispielsweise (siehe oben S. 206) auf der Steinkohlengrube Neu-Iserlohn in Westfalen geschehen ist. Die Anwendung Bickford'scher Zünder soll zu empfehlen sein, weil sie den Zündkanal dichter verschliessen, als bei den übrigen Zündmethoden geschieht; in Belgien, bei Mährisch-Ostrau setzt man alte Drahtcylinder auf das Bohrloch, bevor das Schwefelmännchen angezündet wird, in Westfalen erfolgt die Entzündung vielfach mittelst Schwamm, so dass gar keine helle Flamme erzeugt wird.

Vor allen Dingen muss aber die Betriebsleitung stets im Auge behalten, dass die Sicherheitslampe nur ein, wenn auch sehr schätzbares Mittel zum Erkennen der schlagenden Wetter, aber nicht zur Beseitigung der Gefahren ist, dass es dagegen immer darauf ankommt, durch hinreichende frische Wetter die Ansammlung schlagender Wetter zu verhindern, um Gefahrlosigkeit zu erlangen.

In allen Bergwerksrevieren ist diesem erheblichsten Feinde des Steinkohlenbergbaues, welcher schon die beklagenswerthesten Opfer gefordert und vielen Hunderten Menschen gleichzeitig das Leben geraubt hat, die grösste Aufmerksamkeit geschenkt, und hat man durch Erlass von Polizei-Verordnungen die anzuwendenden Vorsichtsmassregeln einschärfen wollen. So z. B. sind die für den Bezirk des Oberbergamtes zu Bonn erlassenen Vorschriften bereits oben erwähnt,[211]) welche neuerdings in der von demselben Oberbergamt gegebenen allgemeinen Polizei-Verordnung vom 8. November 1867 wiederum Ausdruck gefunden haben.[212]) Aehnliche Verordnungen ergingen durch das Oberbergamt zu Dortmund schon im Jahre 1846[213]) und sind erneuert durch die Bergpolizei-Verordnung vom 9. März

[211]) Dr. Achenbach a. a. O. S. 101. 111.
[212]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 15. A. S. 95.
[213]) Ebenda. Bd. 1. B. S. 154.

1863,[214]) welche sich über die Wetterführung, Beleuchtung und Schiessarbeit ausspricht. Eine specielle Instruction über die Handhabung der Sicherheitslampen ist unter dem 30. März 1867 für die Mannschaft des Steinkohlenbergbaues Thinnfeldschacht von Steierdorf. im Banat bekannt geworden und bezieht sich hauptsächlich auf die Lampe von Heinbach.[215]) Auch für den Gebrauch der Sicherheitslampen auf den englischen Steinkohlenbergwerken bestanden schon früher allgemeine Vorschriften[216]) und sind neuerdings in dem Gesetz vom 28. August 1860 (23 a. 24. Vict. cap. 151.) zur Ordnung und Beaufsichtigung der Bergwerke[217]) im Art. IX. 3. mit gesetzlicher Kraft erneuert worden. Auch in Belgien bestanden schon in früherer Zeit Vorschriften über diesen Gegenstand; so Réglement général du 1. Mars 1850 concernant l'aérage, l'éclairage et l'emploi de la poudre dans les travaux d'exploitation, notamment dans les houillières à grisou,[218]) ferner Réglement provisoire du Juillet 1851 concernant l'emploi de lampe de sureté dans les mines à grisou[219]) und in neuerer Zeit ist durch eine Polizei-Verordnung vom 29. April 1864: Arrêté concernant l'éclairage des mines à grisou die Sicherheitslampe von Müseler obligatorisch eingeführt worden.[220])

### II. Stationäre Beleuchtung.

Eine stationäre Beleuchtung ist stets wünschenswerth bei grossen Förderungen an Füllörtern und Sammelpunkten, ebenso in Hauptförderstrecken, auch an Bremsbergen; in England bringt man sie beim Vorhandensein schlagender Wetter stets an den Stellen an, wo lebhafte Förderung umgeht. Man wendet hierzu grosse Laternen mit Oellampen oder dergleichen, in neuerer Zeit mit Petroleumlampen an und versieht dieselben an besonders hell zu erleuchtenden Orten mit Reflectoren. Auch unterstützt man die Beleuchtung dadurch, dass man die Füllörter mit Kalkmilch ausweisst.[221]) Gurney schlägt vor, an den Schachtmündungen über Tage Reflectoren oder Sammellinsen aufzustellen, um von hier aus die Füllörter zu beleuchten: der Vorschlag empfiehlt sich für die Praxis nicht.

Wichtiger ist die Anwendung des elektrischen Lichtes beim Vorhandensein schlagender Wetter, indem man Kohlenspitzen in verschlossenen Glasgefässen auf elektrischem Wege zum Glühen bringt, dabei beschlagen

---

214) Ebenda. Bd. 11. A. S. 60.

215) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Jhrg. 1867. S. 285.

216) Serlo, v. Rohr, Engelhardt in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 10. B. S. 54.

217) Dr. Achenbach: das englische Gesetz vom 28. August 1860 Zeitschr f. Bergrecht von Brassert und Dr. Achenbach. Jhrg. 1860. S. 492.

218) Annales des travaux publics de Belgique Bd. 8. p. 94. Documents administratifs.

219) Ebenda. Bd. 10. p. 10. D. a.

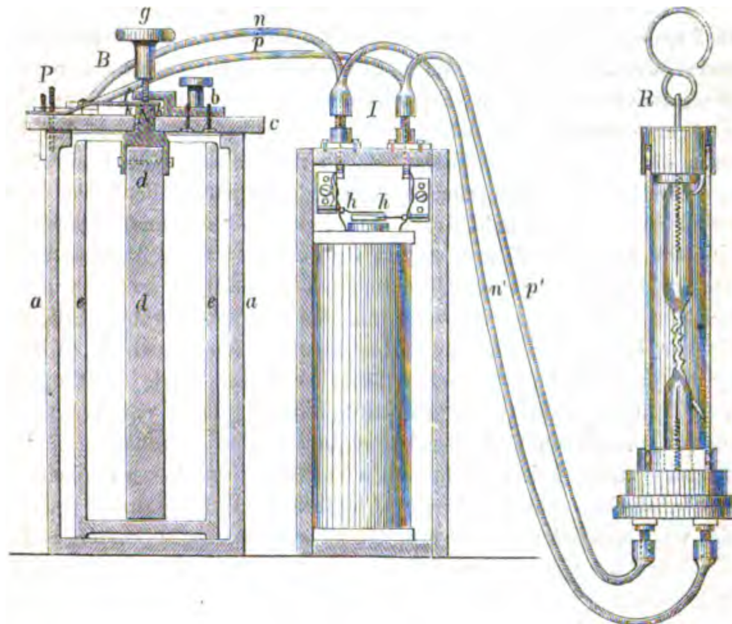
220) Ebenda. Bd. 21. p. 82. D. a.

221) Oesterr. Zeitschr. f. B. u. H.-Wesen. Wien 1869. S. 186.

aber die Gläser leicht, auch muss man wegen des Abbrennens den Abstand der Kohlenspitzen öfter reguliren, wozu man den Apparat öffnen muss, was gefährlich sein kann; besser ist es daher, hierfür Platinspitzen anzuwenden.

Viel vortheilhafter ist es, das elektrische Licht mit elektromagnetischem Rotationsapparat in Verbindung zur Anwendung zu bringen, was schon 1861 in Vorschlag gebracht ist und durch die auch portativ zu benutzende Lampe von Benoît und Dumas[222]) in die Praxis eingeführt ist. Dieselbe besteht aus drei wesentlichen Theilen: aus einer Zinkkohlenbatterie, aus einem Ruhmkorff'schen Inductionsapparate, aus einer Geissler'schen Leuchtröhre. Die Batterie B in Fig. 477 ist aus einem einfachen Bunsen'-

Fig. 477.




schen Elemente zusammengesetzt. Ein cylinderisches Gefäss von Zink a a, innerlich amalgamirt, aussen mit einem Kautschuksack überzogen, bildet den äusseren Becher, welcher oben eine verstärkte Flange mit 4 eingesetzten Schrauben bb trägt und mit einem Holzdeckel cc und einem zwischen gelegten Gummiring dicht verschlossen ist. An der Mitte dieses Deckels ist ein präparirter Kohlenstab d angeschraubt, welcher bis nahe auf den Boden reicht. Zur Trennung der Flüssigkeiten wird zwischen beide eine Thonzelle ee gesetzt, welche genau auf dem Boden aufsteht und oben bis an den

[222]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 10. C. S. XXVI; Bluhme: die photo-elektrische Sicherheitslampe ebenda. Bd. 13. B. S. 97. — Bulletin de la société de l'industrie minérale t. IX. p. 1.

Rand des Zinkgefässes ragt, so dass beim Festschrauben des Deckels auch die Thonzelle festgehalten wird. Die Batterie hat eine äussere Höhe von 23 Centimeter, einen Durchmesser von 10 Centimeter und wiegt 3,7 Kilogramme. Nach Dumas wird in das äussere Zinkgefäss verdünnte Schwefelsäure von 10 Grad Beaumé, in die Thonzelle solche von 18 Grad Beaumé mit circa 100 Gramm aufgelöstem doppeltchromsaurem Kali gegossen; ein intensiveres Licht wird bei Anwendung von Salpetersäure erreicht, doch sind die entweichenden salpetrigen Gase zu belästigend. Wenn der Deckel aufgeschraubt ist, ragt der positive Pol P von dem Zinkgefäss durch eine der Schrauben hervor, während in der Mitte des Deckels der negative Pol N von dem Kohlenstücke aus durch einen metallenen Stift hervorragt und in dem Knopfe K endigt. An den Pol P wird ein gewöhnlicher übersponnener Leitungsdraht angeschraubt, dessen Ende an einer metallenen Feder f endigt, welche auf dem Holzdeckel befestigt ist und frei über dem mittleren Knopfe liegt. Auf diese Feder drückt eine Schraube mit Hornknopf g, welche ähnlich wirkt, wie die Schlüssel an den Morse'schen Apparaten; schraubt man dieselbe zu, so berührt die Feder den Knopf, wodurch die Leitung geschlossen ist, so dass dieser Knopf zur Ingangsetzung oder Unterbrechung der Thätigkeit des Apparats dient. Der erzeugte hydroelektrische Strom geht durch den Leitungsdraht unmittelbar in den Inductionsapparat J, welcher ein Ruhmkorff'scher Apparat von $16\frac{1}{2}$ Centimeter Höhe des inneren Eisenbündels ist. Die Hauptspirale von 1 Millimeter Dicke macht zwei Windungen um den Eisenkern, während die Nebenspirale zur Erzeugung des inducirten Stromes aus einem $\frac{1}{5}$ Millimeter dicken Kupferdraht besteht und in 36facher Umwicklung die Hauptspirale umgibt. Zur Unterbrechung des Hauptstroms dient ein Wagner'scher Hammer h am oberen Ende des Eisenbündels. Dieser Inductor ist in einem dicht schliessenden hölzernen Kästchen enthalten, welches mit einem Kautschukfutteral überzogen ist. Die zwei Drähte vom Hauptstrom pn sowohl, wie die vom inducirten Strom $p_1 n_1$ treten an der oberen kurzen Seite aus dem Kästchen hervor und sind hier durch dicke Kautschukhüllen geschützt. Das Kästchen ist 22 Centimeter hoch, 8 Centimeter breit, es wird in den Ledersack neben die Batterie gesteckt, worauf die Drähte des Hauptstroms an die Pole P N geschraubt werden. Das Gewicht des Inductors beträgt 1,89 Kilogramme. Die eigentliche Lampe oder Geissler'sche Röhre R steckt in einem äusseren Glascylinder, welcher oben und unten durch Messingringe gefasst und zum Schutz mit Messingstäben umgeben ist; am obern Ring befindet sich ein Haken zum Anfassen, während im unteren Ringe die beiden Drähte des inducirten Stromes münden, deren Pole in den beiden Enden der Geissler'schen Röhre eingeschmolzen sind, wo sie sich auf eine Entfernung von 5,5 Centimeter nähern, zwischen beiden Spitzen ist das Röhrchen noch in 12 Umgängen gewunden, während die sonstige Form der Röhre willkürlich ist. Ihr Licht ist bei der Thätigkeit des Apparats matt blassroth. Das Gewicht der eigentlichen Lampe beträgt 569 Gramm.

Die Länge der Drähte vom Inductor bis zur Lampe beträgt 78 Centimeter; hängt also der Arbeiter die Tasche um und nimmt die Lampe in die Hand, so kann er mit derselben auf 78 Centimeter Entfernung überall hinleuchten. Die Anschaffungskosten der Lampe betragen gegen 50 Thlr., die Unterhaltung auf den Tag nicht über 8 Pfennig, da die einmalige Füllung auf mehr als 12 Stunden ausreicht. Die Leuchtkraft der Lampe ist in Saarbrücken bei angestellten Versuchen in der Weise ermittelt, dass sich verhält

| | | |
|---|---|---|
| das Licht der Sicherheitslampe von Davy zu | | |
| dem der photo-elektrischen | wie 1,28 | : 1 |
| der Müseler'schen Lampe . . . . . . | wie 3,72 | : 1 |
| eines gewöhnlichen Grubenlichts . . | wie 6,5 | : 1 |
| eines Wachslichts (von 1/6 Pfd.) . . . | wie 7,1 | : 1 |

Aehnliche Resultate sind bei den durch Lottner[223]) in der Bergakademie zu Berlin veranlassten photometrischen Untersuchungen gewonnen, nach denen zur Erreichung des Leuchteffects einer Normalkerze, wie sie zur Bestimmung der Leuchtkraft des Gases in der städtischen Gasanstalt zu Berlin verwendet werden, erforderlich sind:

| | | | |
|---|---|---|---|
| 4 | Sicherheitslampen | von | Davy |
| 2 | „ | „ | Herold |
| 2½ | „ | „ | Müseler |
| 2 | „ | „ | Clanny |
| 30 bis 40 photo-elektrische Lampen. | | | |

Obwohl die Leuchtkraft dieser Lampe hiernach verhältnissmässig gering ist, so genügt doch ihr Licht vollständig, um bei der Fahrt zu erhellen und für Orientirungen an solchen Stellen zu dienen, wo man wegen Anhäufung schlagender Wetter oder von Stickwettern mit anderen Lampen nicht eintreten darf. Dieser nicht zu gering anzuschlagende Vorzug verspricht der Lampe eine grosse Verbreitung auf Steinkohlengruben, welche mit schlagenden Wettern behaftet sind, wiewohl noch mancherlei Mängel zu beseitigen sein möchten. Dahin gehört das grosse 7,25 Kilogramm betragende Gewicht des ganzen Apparats, so wie die leichte Zerbrechlichkeit der Thonzelle, welche die Handhabung sehr erschweren; während die Reinigung der Batterie und Füllung, welche täglich zu erfolgen haben, nicht grössere Mühe macht, als die Reinigung der Sicherheitslampen, erregt der Wagner'sche Hammer für stetigen Gebrauch Bedenken, da derselbe häufig feinere Reparaturen erfordern wird. Obwohl darüber noch keine Erfahrungen vorhanden sind, steht mit ziemlicher Gewissheit zu erwarten, dass die Gase, mit denen die leuchtende Röhre erfüllt ist, sich allmälig zersetzen und die Leuchtkraft aufhört; man wird daher eine Zahl Reserveröhren halten müssen.

---

223) Lottner gewann dieser vielleicht letzten ihm bekannt gewordenen neueren Erscheinung im Gebiete der Bergbaukunde noch das lebhafteste Interesse ab.

Die Funken, welche beim An- und Abschrauben der Drähte, eben so am Hammer des Inductors sich zeigen, sind nach den angestellten Versuchen in explosiven Gasen nicht zur Entzündung geeignet, dagegen sind etwaige Funken des inducirten Stroms von der grössten Gefahr für eine Entzündung schlagender Wetter, so dass bei einem durch Unvorsichtigkeit stattfindenden Zerreissen der Drähte die dann überspringenden Funken Explosionen bewirken können.

Hiernach bedarf die Lampe noch mancherlei Verbesserungen, bevor sie allgemeine Einführung erfahren kann, aber schon jetzt ist sie ein sehr schätzbares Mittel, in sehr starken schlagenden Wettern nöthige Durchhiebe zu bewerkstelligen, so wie zum Zwecke von Rettungsarbeiten in sonst nicht erreichbare Räume einzudringen.

In England wird in sehr ausgedehntem Maasse Gasbeleuchtung angewendet, welche der Natur der Sache nach nur stationär sein kann, sich auf Füllörter und Hauptstrecken beschränken muss, während man darauf zu verzichten hat, dem Abbau mit dieser Beleuchtung zu folgen;[224]) auch auf der Königlichen Steinkohlengrube König in Oberschlesien, auf den Gruben bei Saarbrücken, in dem Kalksteinbruch bei Rüdersdorf bedient man sich der Gasbeleuchtung in der Nähe der Schächte, am letzteren Orte zur Erleuchtung der Bruchwände während der Nachtarbeit.

Es ist dies eine ökonomische Frage, da das Gas jedenfalls billiger, aber auch heller, als Oel ist; ob die Anwendung von Petroleumlampen nicht noch vortheilhafter sein möchte, ist zweifelhaft.

Gewöhnlich führt man das Gas in eisernen Röhren an der Firste oder den Stössen entlang und wendet offene Brenner ohne Glas an. Auf der Grube Pendlebury bei Manchester entnimmt man das Gas der städtischen Anstalt, indem man einen Gasometer über Tage, dessen Glocke den Druck ausübt, alle 48 Stunden frisch füllt. Auf der Grube Seghill wird über Tage das Gas erzeugt, indem die flüchtigen Producte condensirt werden und das Gas mittelst einer Art Wassertrommelgebläse in die Grube gedrückt wird. Auf der Grube Seaton Delaval wird in einem Ofen mit 5 Retorten in der Nähe des ausziehenden Schachtes in der Grube Gas producirt, die erhaltenen Koks werden zur Feuerung wieder verbraucht. Jetzt haben die meisten Gruben eigene Anstalten über Tage, was vortheilhafter, als unter Tage, gehalten wird; der erforderliche Druck zur Niederbringung des Gases wird meist durch die Gasometerglocke herbeigeführt, selten durch besondere Compressionspumpen. Auf der Eisenerzgrube Eston steht eine Tagesstrecke, in welcher Seilförderung umgeht, auf ihre ganze Länge von (900 Lachter) 1900 Meter in Gasbeleuchtung. — Auf dem Meinerzhagener Bleiberg bei Commern in der Rheinprovinz[225]) hat man das Gas bis zu

---

[224]) Serlo, v. Rohr, Engelhardt in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 10. B. S. 87.

[225]) Hauchecorne: in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 17. B. S. 85. — Glückauf. Essen 1869. Nr. 29.

einem Niveau von (250 Fuss) 78 Meter abwärts geführt, ohne dass eine besondere Pressung zur Anwendung kommt, wozu man anderwärts — bei grösserer Tiefe, gewiss mit Recht — besondere Vorrichtungen für nothwendig hält.[226])

Bessemer schlägt dagegen die Anwendung der Verbrennung unter Druck vor.[227]) Der Erleuchtungsapparat soll eine eiserne Büchse bilden, welche mit einem sogenannten Ochsenauge oder einer dicken Glasscheibe versehen ist, mit einem gewöhnlichen Gasbrenner, welcher das Gas aus einem über Tage stehenden Gasometer erhält; die zur Verbrennung des Gases erforderliche Luft soll durch eine Röhre mit einem Drucke zugeführt werden, welcher den der Grubenluft um 1 Pfund auf den Quadratzoll übersteigt. Oben an der Büchse ist eine kleine Oeffnung anzubringen, durch welche die Verbrennungsproducte ihren Abzug finden. Auf diese Weise glaubt Bessemer nicht nur ein intensiveres Licht zu erzeugen, sondern auch durch den innerhalb der Lampe vorhandenen stärkeren Druck den Eintritt der mit schlagenden Wettern behafteten Grubenluft in die Lampe abzuhalten. Sollte der Vorschlag praktisch werden, so würde er nur bei der stationären Beleuchtung verwendbar sein.

Zuweilen sammelt man in Northumberland das Grubengas aus den Spalten und beleuchtet damit die Hängebänke und Gebäude. Auf der Grube Deep Duffryn in Südwales hat man in einer Schicht zerklüfteten Sandsteins so viel Grubengas, dass man es durch eine Art Cuvelage abgefangen und zur Oberfläche geleitet hat; man wollte sogar ein Rohr in die (37 Lachter) 77 Meter tieferen Baue führen und dort die Gase zur Beleuchtung verwenden, was sehr leicht zu bewirken ist, da die Gase einem Druck von 4 Atmosphären unterworfen sind; eine Gefahr liegt nicht vor, da nach jenem starken Druck zu schliessen ist, dass sich eine compacte Masse Schieferthon zwischen jenem Sandstein und dem Flötz befindet.

## H. Apparate zum Eindringen in Räume, welche mit irrespirablen Gasen erfüllt sind.[228])

I. Man bringt die Athmungsorgane mit der reinen Luft durch Respirationsschläuche von gummirtem Taft oder von Leder in Verbindung, welche durch Spiralen von Eisendraht offen gehalten werden.

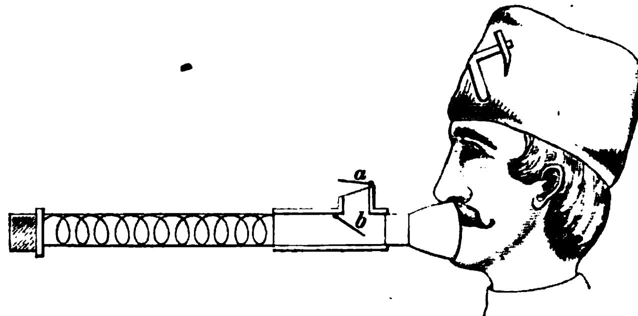
*a.* Maske von Pilatre de Rozier bedeckt die Nase, durch welche die frische Luft aus dem Schlauche eingeathmet wird, während man mit dem Munde ausathmet; bei einem Durchmesser des Schlauchs von 20 Millimeter kann man 25 bis 30 Meter vordringen.

*b.* Die Maske von Humboldt ist eine Verbesserung der vorigen. Dieselbe ist mit einem Mundstück von Metall versehen, in dem sich

[226]) Schönemann in Berggeist. Köln 1868. S. 367.
[227]) Glückauf. 1868. Nr. 39.
[228]) Bulletin de la société de l'industrie minérale. Paris 1859/60. t. V. p. 627.

2 Klappen (Fig. 478), die eine zum Einathmen, die andere zum Ausathmen befinden; mit dem Mundstücke in Verbindung steht ein biegsamer Schlauch und ein Luftreservoir, welches der Arbeiter entweder als Tornister auf dem Rücken trägt, oder bei grösseren Dimensionen auf einem Wagen mit sich führt; die Nase ist durch ein Paar Federn zusammengedrückt. Der tragbare Ledersack kann 20 bis 21 Kubikcentimeter Luft enthalten und reicht für 15 bis 16 Minuten aus, das fahrbare Reservoir enthält etwa 1 Kubikmeter

Fig. 478.




und gewährt für 1 Stunde frische Luft, wobei darauf gerechnet ist, dass die ausgeathmete Luft noch zum Brennen einer Lampe oder Laterne dienen soll. Bei Versuchen von Boisse hat sich die letztere Voraussetzung nicht bestätigt, da die Apparate für den Mann und die Lampe nur 8, beziehungsweise 34 Minuten ausreichen, sie sind ausserdem zu voluminös und nicht undurchdringlich für die umgebende, irrespirable Luft; auch können die letzten Luftheilchen in dem Behältniss nur schwer eingeathmet werden, wenn man dasselbe nicht belastet.

II. Deshalb wendet man besser Reservoire mit comprimirter Luft an, welche von Boisse von Kupfer mit 15 bis 16 Atmosphären Pressung construirt sind, von Combes von Eisenblech mit 30 Atmosphären Druck.

Der Apparat von Combes ist cylinderisch mit halbkugelförmigen Enden, 25 bis 26 Centimeter im Durchmesser, 0,73 Meter lang, 0,33 Kubikmeter Luft enthaltend und 32 bis 36 Pfund wiegend; zum Ausströmen der Luft ist ein besonderer Regulator angebracht. Eine Maske bedeckt Nase und Mund, auch hier sind in dem Mundstück 2 Klappen zum Ein- und Ausathmen vorhanden; das Reservoir wird auf dem Rücken getragen. Für den Mann und die Lampe reicht die Luftmenge 1 Stunde.

Hierher gehört auch der Apparat von Kraft.[229]) Eine Flasche mit comprimirter Luft von 15 Atmosphären Pressung und 0,01 Kubikmeter Inhalt wird auf dem Rücken getragen und darüber ein Wamms gezogen,

[229]) Oesterr. Zeitschr. für B.- u. H.-Wesen. Jhrg. 1861. S. 45. — Jahrbuch d. schles. Vereins f. B.- u. H.-Wesen. Jhrg. 1871. S. 271.

welcher den Kopf und den Oberleib bis zu den Hüften bedeckt, für die Augen sind Gläser in dem Wamms angebracht; beim Eintritt in die Region der irrespirablen Luft öffnet der Mann einen Hahn an der Flasche, und lässt so viel Luft heraus, als zum Athmen nothwendig ist. Der Apparat wird von österreichischen Genietruppen und Feuerlöschmannschaften benutzt und ist für 1/4 Stunde ausreichend.

III. Apparate nach Art der von Tauchern angewendeten (marine armure der Amerikaner, scaphandre). Im Allgemeinen sind dies Hüllen aus Kautschuck, welche entweder den Körper ganz oder bis zu den Hüften umschliessen, und in welche eine Druckpumpe stets frische Luft zuführt. Paulin wendet für die Pariser Pompiers leichte Blousen von Leder an, welche mit einem fest um den Leib schliessenden Gürtel, ebenso an den Händen, an den Körper luftdicht angeschlossen sind, auch über den Kopf fortgehen und den Augen Licht durch eingesetzte Gläser gewähren; Luft wird mittelst einer Feuerspritze zugeführt.

Für Taucher wendet man einen Helm aus dünnem Kupferblech am Kopfe an, der oben mit einer sich nach Aussen öffnenden Klappe versehen ist, dieselbe ist beim Einsenken durch den Wasserdruck geschlossen; zwei Gläser sind für die Augen im Helm angebracht. Vom Helme aus geht das Wamms bis zu den Hüften und ist mit einem Gürtel um den Leib festgeschlossen, von wo ein kleiner Schlauch ohne Klappe nach Aussen geht, aus welchem die Producte des Athmens austreten; am Kopfe wird die gepresste Luft von Tage her eingeleitet. Zur Beleuchtung haben die Taucher eine von St. Simon Siccard angegebene, im Wasser brennende Lampe. Dieselbe enthält Wasserstoff, Sauerstoff und Kohlenstoff, wahrscheinlich in Verbindung mit Wasserstoff, in Gasform in verschiedenen Abtheilungen, welche durch Mundstücke von Serpentin in ein gemeinschaftliches Mundstück strömen und von hier aus nach dem Anzünden auf ein Stück dolomitischen Kalksteins, welches die Form eines Dochtes hat, geleitet werden; das Ganze wird in eine verschlossene Glaskugel gesetzt, aus welcher die Verbrennungsprodukte nach Oben in ein Behältniss von Blei steigen; das Einsinken wird durch angehängte Gewichte möglich gemacht.

Im Schachte der Grube Wallsend bei Tomago in Neu-Südwales[230]) (Australien) sind Taucher angewendet, um aus dem versoffenen Schacht eine zerbrochene Liderthür herauszuholen und eine neue vorzusetzen, was im Dunkeln binnen 12 Stunden ausgeführt wurde.

Ferner liess man Behufs Entfernung von Geschieben, welche das Eintreiben des Cylinders zur spätereren Anwendung comprimirter Luft hinderten, bei Chalonnes-sur-Loire[231]) Taucher in den Schacht gehen.

Flamache benutzte einen ähnlichen Apparat, wie die Taucher; den Verbindungsschlauch zur Druckpumpe hatte er auf eine Trommel gerollt,

230) Ebenda. Jhrg. 1859. S. 310.

231) Deroux in Berg- u. hüttenm. Zeitg. v. Bornemann u. Kerl. Freiberg 1861. S. 18.

die er auf einem Wagen mit sich führte, beim Vorwärtsdringen abrollte und bei der Rückkehr wieder aufwickelte, er ist ziemlich weit in Strecken vorgedrungen und hat 1 Stunde lang in den irrespirablen Gasen verweilt. Auch sind mit solchen Apparaten mehrere Personen vereint eingefahren, wo dann die Kautschuckhüllen durch einen Schlauch verbunden sind, damit die Fahrenden mit einander sprechen können.

Die mitgenommene Lampe wird direct gespeist, wenn nicht eine Lampe von Siccard angewendet wurde.

Durch von Dücker wird das Verfahren von Metz empfohlen.[232]) Derselbe benutzt als Luftpumpe eine trockene Brandspritze; der Apparat besteht in einem Helm und Brustharnisch, in welchen die frische Luft durch einen Schlauch nachgepumpt wird, so dass die Zwischenstücke des Rouquayrol'schen Apparats als entbehrlich fortfallen. Der Helm gewährt den Vortheil, dass man noch in sehr warme Luft und selbst gegen Feuer vordringen kann. Der Preis des Apparats nebst 50 Fuss Schlauch beträgt 100 Gulden süddeutscher Währung, wobei die Spritze oder Luftpumpe nicht mit eingerechnet ist. Directe Versuche sind mit dem Apparat in Bergwerken noch nicht angestellt, doch lässt sich nicht verkennen, dass er einfach und zweckentsprechend ist.

Für die Saarbrücker Gruben hat man Beamte und Arbeiter mit solchen Apparaten, wie zum Tauchen in Wasser, so auch zum Eindringen in Räume, welche mit brandigen Gasen und dickem Qualm erfüllt sind, angelernt, um vorkommenden Falles geübte Personen zur Hand zu haben. Die Leute sollen ohne Schwierigkeit beliebig lange Zeit sich in solchen Räumen aufhalten können, namentlich solche, welche das Tauchen in Wasser schon geübt haben.[233])

IV. Respirationsschwamm oder Büchse von Roberts. Ein Schwamm in einer Metallbüchse von 0,3 Liter Inhalt ist mit Kalkwasser oder alkalischen Lösungen getränkt, der Boden der Büchse ist durchlöchert. Diese Büche wird vor den Mund gehalten, so dass die Grubengase hindurchgehen müssen und ihre Kohlensäure absetzen, bevor sie eingeathmet werden; der Apparat soll die Lungen sehr stark angreifen und ist nicht praktisch. Er wird auch mit Respirationsschlauch und Maske in Verbindung gebraucht.

Respiratonskissen werden neuerdings wieder empfohlen; es sind dies Kissen mit einer (1 Zoll) 26 Millimeter dicken Lage von Kalkhydrat gefüllt, welches mit gleichem Gewicht schwefelsauren Natrons getränkt ist, um genügende Feuchtigkeit zu geben. Dieselben werden vor den Mund gehalten.

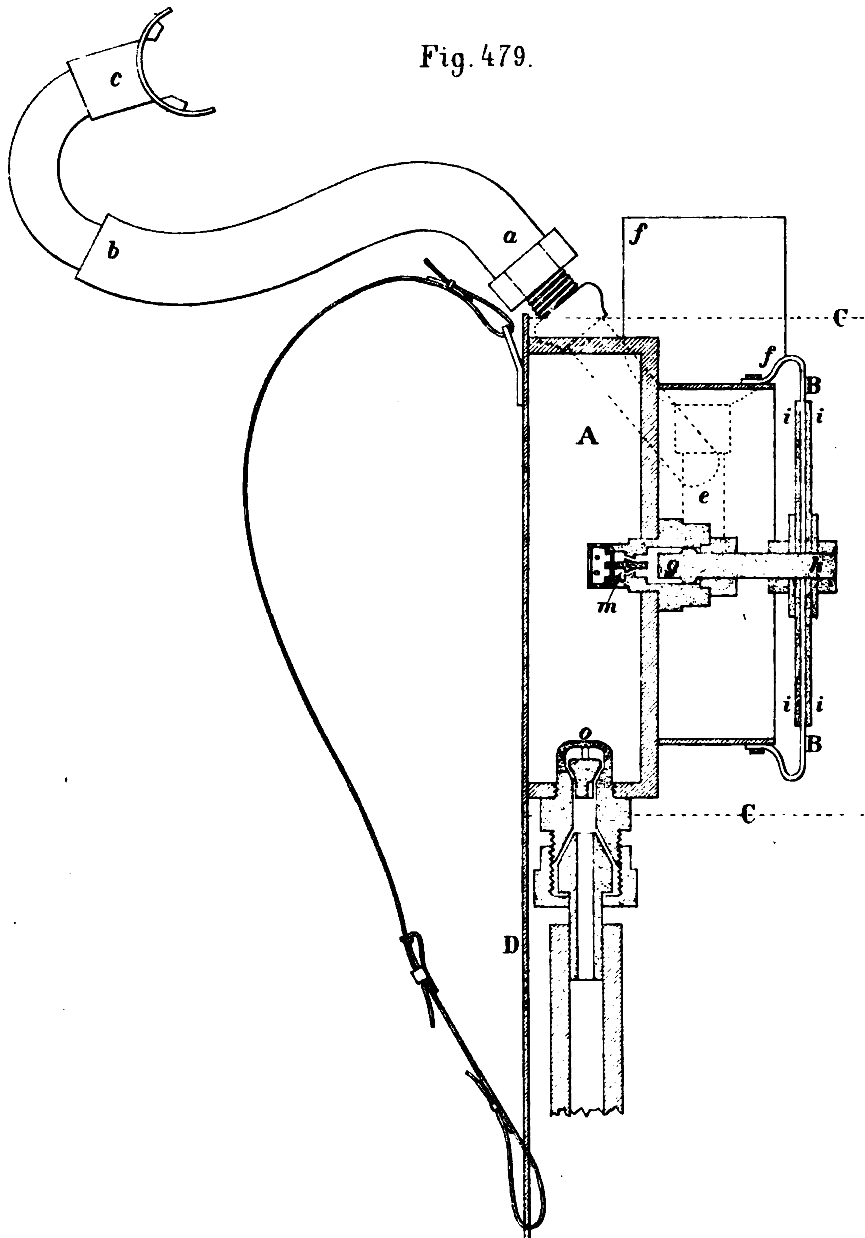
In Essig getränkte oder nur mit Wasser angefeuchtete Tücher sind gut, um Kühlung zu haben, namentlich in der Nähe von Grubenbränden zu empfehlen.

---

[232]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1869. S. 182.

[233]) Der Berggeist. Köln 1872. S. 271.

Fig. 479.



V. Der Rettungsapparat von Rouquayrol-Denayrouze, welcher angeblich in Frankreich und England schon vielfach angewendet wird, ist in neuerer Zeit auf der Königlichen Steinkohlengrube Königin Louise bei Zabrze in Oberschlesien mit Erfolg bei Arbeiten in brandigen Wettern benutzt worden, welche früher gar nicht oder in der Regel nur mit Aufopferung von Menschenleben ausgeführt werden konnten.[234]) Der Apparat (Fig. 479) besteht aus einem starken cylinderischen Gefäss A aus Schmiedeeisen, von (7 Zoll) 183 Millimeter Durchmesser und (2 Zoll) 52 Millimeter Höhe, an dessen unterer Seite sich die mit einem Ventil o von (4 Linien) 9 Millimeter Durchmesser versehene Einströmungsöffnung für comprimirte Luft befindet; dasselbe wird durch die comprimirte Luft im Gefäss geschlossen gehalten und durch den Betrieb der Luftpumpe geöffnet. Auf den Cylinder ist ein Blechkranz von ($5^1/_2$ Zoll) 144 Millimeter Durchmesser und ($1^3/_4$ Zoll) 46 Millimeter Höhe gelöthet und auf diesen die Kautschuckhaube B aufgesetzt, welche durch ein Ziehband luftdicht angeschlossen wird. Aus dieser Haube wird die Luft zum Einathmen durch einen (13 Zoll) 340 Millimeter langen, und einen ($^1/_2$ Zoll) 13 Millimeter weiten Kautschuckschlauch ab dem Arbeiter zugeführt, während A das Reservoir bildet. Die ausgeathmete Luft geht denselben Weg durch den Schlauch in das Behältniss B zurück und entweicht durch ein krummes Rohrstück e, welches durch 2 dünne, ($3^1/_2$ Zoll) 92 Millimeter lange, ($2^1/_2$ Zoll) 65 Millimeter breite platt aufeinander gelegte und an den Rändern verbundene Kautschuckblättchen ff leicht, aber luftdicht geschlossen wird. Die Regulirung des Luftzutritts aus A nach B erfolgt durch das Ventil m von (2 Linien) 4 Millimeter Durchmesser, welches sich nach dem Behältniss A hin öffnet. Der Deckel der Haube B erhält durch 2 angenietete Blechkränze cc die erforderliche Steifigkeit und ist mit einem Stiel gh versehen, welcher sich in einer Führung auf und nieder bewegen kann. Beim Einathmen der Luft durch den Arbeiter wird in Folge der in B eintretenden Luftverdünnung durch den äusseren Luftdruck der Deckel von B gegen das Reservoir A gedrückt, wodurch der Stiel gh gegen das Ventil m stösst und bei dessen Oeffnung die in A befindliche comprimirte Luft so lange nach B strömt, bis sich die Luft in B mit der äusseren Luft ins Gleichgewicht gestellt hat; mit dem Eintritt dieses Gleichgewichts nimmt B die ursprüngliche Form wieder an, der Stiel gh tritt zurück und das Ventil m wird durch den Ueberdruck der Luft in A wieder geschlossen. Der Apparat giebt also nur während des jedesmaligen Athemzuges Luft ab; das Verhältniss des Ventilquerschnitts zu der von der äusseren Luft gedrückten Fläche der Haube B ist so regulirt, dass durch das Athmen das Spiel des Apparats ohne Anstrengung herbeigeführt wird. Das Gehäuse des Ventils m ist, um das Eindringen von Staub nach B und in die

---

[234]) Broja in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 16. B. S. 302. — Glückauf. Essen 1871. No. 35.

Lungen zu verhüten, mit einem feinen Drahtnetz umgeben; die Haube B ist zum Schutze gegen Beschädigungen mit einer messingenen Büchse CC bedeckt, und der ganze Apparat auf eine starke Blechplatte D gelöthet, welche nach Art eines Tornisters mittelst Tragriemen auf dem Rücken des Arbeiters getragen wird. Die Luftcompressionspumpe, welche zum Apparat gehört, giebt bei jedem Kolbenhube (66 Kubikzoll) 0,001 Kubikmeter Luft von 1 Atmosphäre Ueberdruck und vermag 2 Arbeiter mit der nöthigen Luftmenge zu versehen, weshalb die Abführungen aus den Compressionscylindern auch so eingerichtet sind, dass nach Bedarf 2 Schläuche angehängt werden können. Die Abführungsschläuche, aus Leinen mit eingelegten Kautschuck und Drahtfedern gefertigt, haben ($^1/_4$ Zoll) $6^1/_2$ Millimeter lichte Weite und werden in Längen von je ($79^2/_3$ Fuss) 25 Meter geliefert; zur Beobachtung der durch die Pumpe hervorgerufenen Compression dient ein Federmanometer, durch welches man in den Stand gesetzt ist, den Luftdruck im Regulator A immer möglichst constant zu erhalten. Bei dem ersten Versuch auf der Grube Königin Luise, bei welchem die Pumpe (6 Lachter) 12 Meter vom Arbeitspunkte entfernt aufgestellt war, konnte ein Arbeiter ungehindert und ohne alle Anstrengungen $^1/_2$ Stunde lang arbeiten, klagte dann aber über Athmungsbeschwerden und wurde zurückgezogen, andere demnächst vorgeschickte Arbeiter konnten nicht länger als 6 Minuten ausdauern. Man vermuthete deshalb eine Störung des Apparats und fand dieselbe darin, dass sich das, das Ventil m umgebende Drahtnetz mit Kohlenstaub überzogen hatte, wodurch die Einströmungsöffnung für die Luft stark verengt wurde. Nach erfolgter Reinigung des Netzes functionirte der Apparat wieder vollkommen befriedigend; bei fortgesetzter Benutzung des Apparats musste jedoch diese Reinigung zu wiederholten Malen und in jeder Schicht wenigstens einmal vorgenommen werden, weshalb man beabsichtigt, die comprimirte Luft, bevor sie in den Regulator tritt, durch ein mit Wasser gefülltes Gefäss strömen zu lassen und so zu reinigen. Im Uebrigen hat sich der Apparat bei dem Versuche auf der Königin Louise Grube vollkommen bewährt und dürfte bei allen Arbeiten, welche bisher durch das Vorhandensein irrespiraler Luft schwierig oder gar nicht ausführbar waren, und welche sehr häufig für die Fortentwicklung eines ganzen Grubengebäudes von grösster Wichtigkeit sind, zur Anwendung zu empfehlen sein, zumal die Kosten eines Apparats mit einer Compressionspumpe, welche für 2 Apparate zu verwenden ist, mit Einschluss von 50 Meter langen Schläuchen sich nur auf etwa 395 Thlr. berechnen.

### I. Grubenbrände.

Die Grubenbrände sind am wichtigsten bei Lagerstätten brennbarer Fossilien, also bei Steinkohlen, wo sie am häufigsten vorkommen, auch bei Braunkohlen, wie bei Muskau,[235]) auf der Grube Glückauf bei

[235]) Jahrb. d. schles. Vereins f. B.- u. H.-Wesen. Jhrg. 1860. S. 214.

Halberstadt,[236]) am Westerwalde,[237]) auf der Braunkohlengrube zu Hrastnig in Untersteiermark,[238]) zu Ullersdorf bei Teplitz in Böhmen,[239]) während sich Grubenbrände auf Steinkohlengruben in Oberschlesien, bei Saarbrücken, im mittleren Frankreich, in Staffordshire, bei Newcastle finden.[240]) Aber auch auf andern Gruben sind sie bekannt, wo sie theils nur Brände der Zimmerung sind, theils an den verwitternden Erzen oder den begleitenden bituminösen Gesteinen, wie zu Idria, Entstehung und Nahrung finden. Der im Jahre 1869 stattgehabte Grubenbrand in den Gruben bei Gold-Hill im Staate Nevada, welche auf dem durch seine reichen Silbererze berühmten Comstock-Gange bauen, ist lediglich auf die Entzündung der massenweisen, in den Bauen befindlichen Zimmerung zurückzuführen.[241])

### I. Entstehung der Grubenbrände.

*a.* Grubenbrände können durch Unvorsichtigkeit und Mangel an Umsicht entstehen, so durch Einkesseln in Schächten, durch die Feuerung unterirdischer Maschinen in der Nähe der Lagerstätten, durch Wetteröfen, durch Feuerstätten, wie Koksöfen, in der Nähe oder auf den Ausgehenden, durch Entzünden der Zimmerung. Zimmerungsbrände können sehr gefährlich werden, wenn die Gase sich in der Richtung des Wetterzuges durch die Baue verbreiten, wodurch mancherlei Unglücksfälle herbeigeführt sind, wie in den 40er Jahren am Harz, neuerdings durch den Brand von Tagegebäuden, der sich in die Grubenbaue forterstreckte, bei Leoben in Böhmen, auf der Zeche Schleswig-Holstein in Westfalen.

*b.* Durch Explosion schlagender Wetter entstehen verhältnissmässig selten Grubenbrände und dann meist nur beim Vorhandensein von Kohlenklein, welches aber den Brand leicht weiter trägt; auch durch Entzündung von Bläsern können sich Grubenbrände entwickeln. Jochams erwähnt, dass durch einen Sprengschuss zum Nachreissen des Nebengesteins eine leichte Explosion stattgefunden hat, worauf sich innerhalb des Versatzes und dessen Zimmerung das Feuer verbreitet hat, so dass man schliesslich die Baue ersäufen musste.

*c.* Freiwillig durch Selbstentzündung, wozu Stein- und Braunkohlen geneigt sind, wenn sie fein vertheilten Schwefelkies enthalten, auch Steinkohlen von besonderer Zusammensetzung; die Fähigkeit der Steinkohle, Sauerstoff zu absorbiren und dies um so mehr, je grösser die Oberfläche ist, führt zu einer allmäligen chemischen Verbindung des Kohlen- und Sauerstoffs, wodurch Wärme entwickelt und der Grubenbrand erzeugt

---

[236]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 8. A. S. 66.

[237]) Odernheimer, das Berg- und Hüttenwesen im Herzogthum Nassau. Bd. 1. S. 99.

[238]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Jhrg. 1864. S. 54.

[239]) Ebenda. 1871. S. 67.

[240]) The Engineering and Mining Journal. New York 1870. p. 81. 311.

[241]) Berg- u. hüttenm. Zeitung v. Kerl u. Wimmer. Leipzig 1870. S. 9.

wird;[242]) ferner erzeugen mitunter Schwefel- und Kupferkiese Grubenbrände, wie z. B. zu Schmöllnitz,[243]) wo in den drei mächtigen Schwefelkies und wenig Kupferkies führenden Stöcken sich eine hohe Temperatur entwickelt, von der in anderen Theilen des Lagers und im tauben Gestein nichts wahrzunehmen ist; auch Schiffe, welche von Chili und Australien mit Erzen beladen waren, wären auf der See fast in Brand gerathen; endlich neigen zur Selbstentzündung bituminöse und kohlenhaltige Gesteine, wie z. B. der Brandschiefer, in welchem die Quecksilbererze von Idria eingelagert sind.

Am meisten zu befürchten ist die Selbstentzündung compact anstehender Massen, weil darin die Verbreitung um so leichter stattfindet; befördert wird sie durch Zerkleinerung und hohes Aufschütten von Kohlen und Erzen, durch zurückgebliebene Kohlenpfeiler und verstürzte Massen von Kleinkohlen im alten Mann. Bei Steinkohlen ist speciell deren Natur von Einfluss, daneben ist unter Tage besonders wirksam etwas Feuchtigkeit, geringer Wetterzug, ferner die feste Decke des im alten Mann hereinbrechenden Gebirges, welche veranlasst, dass die Hitze sehr zusammengehalten wird und keine Ableitung nach oben findet; daher macht man in Oberschlesien die Erfahrung, dass Grubenbrand mehr zu fürchten ist bei einem Dach aus mürbem, mit Wasser etwas aufgeweichten Schieferthon, als bei festem Sandstein, welcher schwerer zusammenbricht und dann nicht dicht abschliesst.

### II. Vorbeugende Massregeln.

Man darf, um die Zimmerung nicht zu entzünden, die Lampen nicht daran aufhängen, muss Vorsicht beim Einkesseln, wenn es überhaupt gestattet wird, anwenden, die Wetteröfen und die Maschinenfeuer nicht unmittelbar auf die Lagerstätte wirken lassen, auch von derselben die Verbrennungsproducte abhalten.

Gegen Selbstentzündung schützt:

*a.* möglichst reiner Abbau,

*b.* Abbau mit vollständigem Versatz, was ein ausserordentlich wirksames Mittel ist,

*c.* in Oberschlesien schachbrettartiger Abbau, um das Entstehen von Kleinkohlen und das Niedergehen des Daches zu verhindern,[244]) doch ist diese Abbaumethode aus anderen Gründen sehr bald wieder verlassen worden,

*d.* Abschliessen des alten Mannes durch Dämme, wozu von vorn herein gehörige Theilung des Flötzes in Abbaufelder nöthig ist, welche von Sicherheitspfeilern eingerahmt sind; der Erfolg ist nur sicher, wenn

---

[242]) Wabner in Zeitschr. f. Gewerbe, Handel u. Volkswirthschaft. Beuthen O. S. 1871. S. 48.

[243]) Oesterr. Zeitschrift 1861. S. 33.

[244]) Meitzen in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 9 B. S. 187.

nicht durch Zusammenbrechen des Daches Risse und Spalten bis zu Tage entstehen, welche schwachen Luftzug unterhalten, weshalb man dann auch die Pingen und Tagebrüche einebnet, um der Luft den Zutritt abzuschliessen;

*e.* wenn das Abschliessen keinen Erfolg verspricht, oder sich eine Steigerung der Temperatur bemerklich macht, wendet man im Gegentheil eine kräftige Ventilation an, selbstredend nur so lange, wie der Brand noch nicht ausgebrochen ist.

Die Hitze leitet man wohl ab durch Einlegen von Faschinensträngen im Bergeversatz, welche auch bei Kohlenhalden in der Nähe von Waldenburg durch Erdmenger angewendet wurden. Derselbe legte auf den Boden eine horizontale Faschinenlage, darauf in Entfernungen von (1 Lachter) 2 Meter und in der Form von ⁚·⁚ gestellt, verticale Faschinen, welche wie die horizontalen, über die Oberfläche des Haufens hervorragen; wenn sich die Kohlen erhitzen, so entweicht zwischen den Faschinenreisern Dampf, was nach und nach aufhört; dabei verschlechtern sich die Kohlen, so dass man eine hohe Aufschüttung vermeiden muss. Statt der Faschinen bringt man auch horizontale und verticale, in den Wänden durchbohrte Lutten an; dieselben bringen mehr Luft in das innere, ein Rauchen entsteht nicht, aber die Lutten verstopfen sich leicht.

### III. Dämpfen der Grubenbrände.

Bei geringer Ausdehnung des Brandes, bei Streckenbränden, gelingt zuweilen das Löschen durch Wasser mittelst Handspritzen; man hat vorgeschlagen, dem Wasser Substanzen, wie Vitriol, Eisenocker, Salz, Salzsäure beizumischen, um gleich damit einen dichten Ueberzug zu bilden. Auf den Braunkohlenbergwerken bei Frankfurt a. O. hat man frisch ausgebrochenen Grubenbrand durch directe Löschung mittelst einer Feuerspritze bewirkt, wobei die Anwendung eines der oben beschriebenen Rettungsapparate wesentliche Dienste leisten würde. Selbstredend kann diese Methode nur bei Grubenbränden empfohlen werden, wenn sie zum ersten Male auf einer Grube und nur erst schwach auftreten.[245]) Am besten bewirft man die glühenden Massen mit Lehm, wodurch das Fortpflanzen des Brandes gehindert wird; wirksam ist auch, wenn man die brennenden Massen hereingewinnt und wegfördert.

Bei grösseren Grubenbränden, und namentlich in Steinkohlengruben, sind folgende Massregeln möglich.

*a.* Isoliren des Brandfeldes durch Dämme. Hierdurch will man, wo möglich, den Brand ersticken, indem man den Zutritt der Luft abschneidet, wenn dies aber nicht möglich ist, will man ihn auf die Ausbruchstelle beschränken und das fernere Umsichgreifen verhindern, der erste Zweck lässt sich bei flachen Tiefen selten erreichen, weil doch immer Verbindungen mit der Tagesoberfläche bleiben; wenn die Bauabtheilung

[245]) Hauchecorne in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 17. B. S. 88.

an sich isolirt ist, so versucht man zunächst Querdämme, anderenfalls führt man Strecken durch das Brandfeld und bringt in diesen die Verdämmungen an.

Auf den Gruben bei Waldenburg unterschied man früher: Wurfdämme, welche von Erdmenger auf der Fuchsgrube angegeben wurden, zum Zurückdrängen des Feuers, aus Letten oder Lehm, Bergen oder Ziegelstücken bestehend. Diesen folgten Fang- oder Branddämme, wenn jene, nach Abkühlung mit Wasser sich nicht weiter vorschieben lassen: in Schlitzen von (20 Zoll) 52 Centimeter Tiefe, welche ringsum in die Streckenbegränzung eingehauen werden, bringt man 2 Mauern, von denen die nach der Feuerseite 3, die nach der anderen Seite 2 Ziegelsteine stark ist, den Zwischenraum füllt man mit Sand aus. Jetzt wendet man in Oberschlesien[246]) Mauerdämme von Bruch- oder Ziegelsteinen an, letztere häufiger; als Mörtel dient 1 Theil Kalk mit 3 Theilen gesiebter Zinkhüttenschlacke oder in Ermangelung der letzteren Sand, nur bei unmittelbarer Nähe des Feuers wendet man Lehmmörtel an; dabei werden die Flächen der Mauerdämme glatt abgeputzt. Aehnlich verfährt man auch auf den Gruben bei Saarbrücken.

Querdämme reichen oft nicht hin, selbst wenn das Abbaufeld mit Sicherheitspfeilern umrahmt ist, alsdann bringt man streichende Dämme an den Stössen der umgebenden Pfeiler an; diese werden auch nöthig, wenn man den Brand durch Auffahren einer Strecke oder durch Umfahren isoliren will. Im letzteren Fall legt man in England wohl zwei parallele Dämme an und lässt dazwischen einen Luftgang, der zum Befahren benutzt wird, auch wohl zum Fliessenlassen von Wassern. Grosse Arbeiten dieser Art finden sich auf der Grube Reden bei Saarbrücken, in Oberschlesien, besonders auf der Königsgrube daselbst.[247]) Am letzteren Orte hat man im Sattelflötze den Damm (28 bis 30 Fuss) 8 bis 9 Meter hoch, unten (5 Fuss) 1,5 Meter, oben (3 Fuss) 1 Meter dick gemacht, aus Ziegelsteinen und Mörtel von Kalk und Zinkgekrätz oder Sand hergestellt, wo der Damm mit Feuer in Berührung kommt, hat man Lehm angewendet; der Zweck ist nicht vollständig erreicht, da Verlängerungen des Dammes nöthig sind.

Es ist sehr zweckmässig, solche Dämme, auch die Kohlenstösse mit Mörtel glatt zu berappen; auch berieselt man dieselben wohl mit Wasser. In die Sicherheitspfeiler lässt man Wasser unter Druck zur Abkühlung eintreten, während man auf Fannygrube in Oberschlesien zwischen Damm und Stoss Luftkühlung eingeführt hat. Auf Karolinengrube bei Kattowitz hat sich ein durch das Brandfeld geführter Pisédamm nicht bewährt. Trotz der angebrachten Dämme ist auf der Morgenrothgrube bei Myslowitz in Oberschlesien das Feuer durchgebrochen und hat die Schachtzimmerung

---

[246]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 2 A. S. 389. Bd. 8 A. S. 197.
[247]) Meitzen a. a. O.

und die Gebäude über Tage zerstört;[248]) ähnlich geschah es auf dem Skalleyschacht der Königin Luise Grube bei Zabrze in Oberschlesien im Jahre 1870. Mit Erfolg sind Branddämme auf der Steinkohlengrube bei Bras in Böhmen[249]) aufgeführt worden; man stellte drei Dämme hinter einander her, wodurch der Brand von den noch freien Grubenräumen abgehalten wurde.

Dämme, welche Brandfelder abschliessen, müssen häufig untersucht werden, wozu man zur Vermeidung von Gefahr sich der Sicherheitslampe bedient, wenn man nicht noch zweckmässiger die photoelektrische Lampe von Dumas und Benoît benutzen will.

*b.* Wenn man dem Brande überhaupt nicht mehr ohne Gefahr nahe kommen kann, was besonders der Fall ist, wenn gleichzeitig schlagende Wetter explodiren, wie auf belgischen und englischen Gruben, so bleibt nichts übrig, als die Grube zeitweilig zu verlassen und alle Schächte, welche den Wetterzug unterhalten, zu verschliessen. Um diesen Verschluss zu bewirken, hängt man wohl in die Schächte Bühnen an Ketten ein und bewirft dieselben mit nassen Letten; um die Wasser, welche sich alsdann oberhalb der Bühnen sammeln, abzuführen, bedient man sich eines heberförmigen Rohrs. Man muss längere Zeit warten, bevor man wieder öffnen darf, wohl 6 bis 8 Wochen, auch 3 Monate, ohne einen gewissen Erfolg zu haben, da dennoch nach dem Oeffnen der Brand auf's Neue ausbrechen kann.

Für Steinkohlen- und Braunkohlengruben ist es von grösster Wichtigkeit, die Verbindung der abgebauten Felder mit der Tagesoberfläche, wie sie durch Brüche vielfach hergestellt wird, so schnell wie möglich durch Einebnen der Tagebrüche, wo möglich mit lehmigen Massen, zu bewirken.[250])

Auf der Königin Luise Grube bei Zabrze in Oberschlesien erfasste der Grubenbrand die bis in das Füllort des Skalleyschachtes reichenden Kohlenpfeiler, von wo aus sich der Brand auf die Zimmerung des Schachtes .und die Tagegebäude ausdehnte. Der Brand konnte nur durch gänzliches Verfüllen des Schachtes gedämmt werden. Nachdem der Schacht allmälig wieder aufgezogen und in Mauerung gesetzt worden war, ist man im Stande gewesen, das Brandfeld durch Mauerdämme abzuschliessen. — Auf derselben Grube war durch einen Steinbruch die Verbindung der Tagesoberfläche mit den Grubenbauen hergestellt und dadurch der Grubenbrand angefacht worden; derselbe konnte nur dadurch beseitigt werden, dass man den betreffenden Theil des Steinbruchs verfüllte und unzugänglich machte.

*c.* Zur Erstickung des Brandes findet auch Einleiten von Gasen, welche keinen Sauerstoff mehr enthalten und aus Stickstoff und Kohlen-

---

[248]) Der Berggeist. Köln 1871. S. 309.
[249]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1869. S. 140.
[250]) Wabner a. a. O.

säure bestehen, statt, welches Verfahren von Golds Worthy Gurney und angeblich schon früher von Letoret angewendet ist. Die Gase werden durch Verbrennen von Kohlen oder Koks in einem niedrigen Schachtofen[251]) oder durch Brennen von Kalkstein, wie durch Gurney selbst auf der Grube Black Brook,[252]) erzeugt; um die Gase nach Unten zu drängen, lässt Gurney hochgespannte Wasserdämpfe durch eine enge Oeffnung des sonst bedeckten Schachtes einströmen, gleichzeitig wohl aus dem anderen Schachte Dampf ausblasen. Nach erfolgter Löschung wird nur Dampf und später Wasser zur Abkühlung eingeführt. Während 14 Tage lang wurden in der Minute (8 bis 9000 Kubikfuss) 250 bis 280 Kubikmeter Gase eingeleitet, wozu 2 bis 3 Kessel Dampf von 2 Atmosphären Spannung lieferten.

Die Ansichten über dieses Verfahren sind sehr getheilt, dem günstigen Bericht von Jottrand über dasselbe auf der Grube Agrappe zu Frameries bei Mons im Jahre 1844[253]) steht ein entgegengesetzter durch Delsaux und Gille[254]) gegenüber bei Beschreibung eines neuen Brandes auf Schacht No. 3 derselben Grube im Jahre 1856, welcher vorzugsweise gelöscht wurde durch Schliessen der Schächte, auch des ausziehenden, was sehr wesentlich ist, weil durch die Ansammlung der Kohlensäure, als Verbrennungsproduct, Explosionen des Grubengases verhindert werden; die Genannten behaupten, dass nicht die Gaseinströmung allein, sondern vorzugsweise das gleichzeitige Versaufenlassen den von Jottrand besprochenen Brand gelöscht habe.

Dagegen giebt Busse das Verfahren auf der Grube Black Brook als wirksam an; freilich waren auch hier alle Schächte geschlossen bis auf den zum Einströmen der Kohlensäure. Auch Dunn[255]) hat die Gaseinströmung auf einer Grube bei Dalghuerran in Ayrshire und auf Drumpellier colliery bei Airdrie thätig gesehen und spricht die Hoffnung des Gelingens aus.

Im Allgemeinen möchte mehr Werth auf das gleichzeitige Schliessen der Schächte, als auf das Einleiten von Kohlensäure zu legen sein.

*d.* Ersäufen der Gruben ist in England, Belgien,[256]) auch in Idria zur Anwendung gekommen, aber das äusserste Auskunftsmittel, wenn andere Mittel nicht fruchten und namentlich das Verschliessen der Schächte zu lange auf Erfolg warten lässt. Man lässt die Grubenwasser aufgehen und leitet nöthigenfalls noch Wasser von Tage her hinein; hochgespannte Dämpfe, starke Explosionen sind die Folge. Das Ersäufen hat die erheblichsten Nachtheile für die künftige Fortsetzung der Grubenbaue und

---

251) Ponson a. a. O. t. II. p. 331.
252) Busse, Notizen über den Steinkohlenbergbau Englands in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 6. B. S. 84.
253) Annales des travaux publics. t. XI. p. 239.
254) Ebenda. t. XVII. p. 223.
255) Dunn, A Treatise on the Winning and Working of Collieries. S. 189.
256) Annales des travaux publics. t. XI. p. 309.

sichert auch nicht, wenn der Brand durch Selbstentzündung entstanden war, vor dem Wiederausbruch nach dem Sümpfen.

*e.* Man lässt auch wohl, nachdem der Abbau rings um das Brandfeld erfolgt, dasselbe, wenn es isolirt liegt, vollständig ausbrennen; indem man alle Verdämmungen öffnet, auch wohl noch durch einen besonderen, in die Mitte des Brandfeldes niedergebrachten Schacht oder durch ein Bohrloch dasselbe direct mit der Tagesoberfläche in Verbindung setzt.

Das Arbeiten in der Nähe von Grubenbränden bringt vielfache Gefahren mit sich, namentlich sind die Arbeiter vor Hitze, vor der ausbrechenden Flamme, vor den Wirkungen der brandigen Wetter zu schützen, welche letztere sehr häufig Unglücksfälle herbeiführen, wie z. B. bei dem allgemeiner bekannt gewordenen Fall auf der Grube Kronprinz Friedrich Wilhelm bei Saarbrücken. In der Nähe der Flamme müssen die Arbeiter, um die Hitze abzuhalten, ganz bekleidet sein, im Uebrigen empfiehlt sich eine möglichst leichte Bekleidung; die Wetter müssen bei geringen Tiefen möglichst durch Bohrlöcher erfrischt werden; jedenfalls ist eine häufige Ablösung der Arbeiter, oft schon nach 5 bis 6 Minuten erforderlich. Dabei empfiehlt es sich, Nase und Mund mit nassen oder in Essig getränkten Tüchern zu bedecken und den Arbeitern Erfrischungen in wenig Branntwein mit trocknem Brod, nicht Wasser oder Bier zu reichen, auch Kaffee dürfte gut sein.

In jeder Beziehung aber ist bei dem Arbeiten in der Nähe von Brandfeldern die grösste Vorsicht anzuwenden.

---

# Neunter Abschnitt.

## Wasserhaltung.

Die Wasserhaltung umfasst die Behandlung der Mittel und Wege, die Grubenbaue von Wassern frei zu halten und, wenn solche eingedrungen sind, sie davon frei zu machen, in welcher Beziehung man unterscheiden kann Wasserlosung (Abhalten der Wasser) und Wasserhebung (Fortschaffen der Wasser), welche entweder durch Stolln oder durch mechanische Mittel erfolgt.

Man hat in Bezug auf den Ursprung der Wasser den Unterschied zwischen Tagewassern und Grundwassern aufgestellt, welcher bekanntlich wissenschaftlich nicht zu halten ist, da für alle in den Schichten des Bodens aufgefundene Wasser der Ursprung von den auf der Tagesoberfläche stattgehabten atmosphärischen Niederschlägen und den daselbst vorhandenen Wasserläufen abzuleiten ist; indess ist für die Praxis beim Bergbau die Unterscheidung deshalb von Werth, weil bei guter Absperrung der Tagewasser, also derjenigen, deren Zusammenhang mit der Tagesoberfläche unmittelbar constirt, die Grubenräume oft ganz trocken zu erhalten sind.

Auf die Menge der Wasser sind von Einfluss:

1. die Witterungsverhältnisse und das Klima, indem in trocknen Gegenden und trocknen Jahreszeiten weniger Wasserzuflüsse zu beobachten sind, als in feuchten Gegenden und in Jahreszeiten mit häufigen wässerigen Niederschlägen; es sind sehr häufig Perioden wahrzunehmen, in welchen in Folge der Witterung die Wassermengen regelmässig zu-, beziehungsweise abnehmen. Die Wichtigkeit der Beziehungen der Witterungsverhältnisse und des Klima's zu den Wasserzuflüssen in den Gruben wird immer mehr erkannt und fordert zu regelmässigen meteorologischen Beobachtungen in Betreff der atmosphärischen Niederschläge, der Regen- und Verdunstungshöhe innerhalb der Tagesoberfläche und ihrer Relationen zu den Wasserzuflüssen auf; wie die Beobachtungen des Barometers, Thermometers und der Windrichtung für die Wetterführung würden jene für die Wasserhaltung von Bedeutung sein. Das von der Steinkohlengrube St. Ingbert in der bairischen Pfalz in den angegebenen Quellen vorgeführte Beispiel, wobei allerdings Beobachtungen von entfernteren Orten

zu Grunde gelegt sind, lässt noch kein scharfes Bild der gegenseitigen Beziehungen erkennen.[1])

2. Die Beschaffenheit der Oberfläche, welche geschlossen gegen das Durchdringen der atmosphärischen Niederschläge sein kann oder dieselben frei in die tieferen Schichten dringen lässt; mit Wald bewachsener Boden lässt das Wasser leicht durch, während das Lichten der Wälder im Allgemeinen Trockenheit des Bodens bewirkt, aber auch die Veranlassung zu plötzlichen grossen Niederschlägen bietet, welche gewaltsam in die tieferen Schichten eindringen. Von Wichtigkeit ist es, ob auf der über den Grubengebäuden befindlichen Tagesoberfläche fliessende oder andere Wasser vorhanden sind, welche entweder zur schnelleren Abführung der niedergeschlagenen Wasser geeignet sind oder gerade die Gefahr in sich bergen, Wasserreservoirs zu bilden, deren Inhalt langsam oder plötzlich den Grubenbauen zugeführt werden kann. Sind tiefe Einschnitte vorhanden, welche keinen Ausgang haben, so können sich zu Fluthzeiten in ihnen Wasser sammeln und aufstauen und den Grubenbauen Gefahr bringen. Bedingungen mannigfacher Art können auf der Oberfläche vorhanden sein, welche Beachtung bei Sicherstellung der Grubenbaue vor allmäligen und plötzlichen Wasserzuflüssen verdienen, so z. B. die Gletscher im Salzburgischen, deren Ränder in der Regel Wasser führen, Torfmoore, welche auf eine reiche Wasserführung der Oberfläche deuten u. a. m. Finden sich Pingen von früherem Bergbau auf der Oberfläche, so muss man dieselben einebnen, wenn man nicht in steter Gefahr sein will, durch sie plötzliche Niederschläge in grosser Menge den Gruben zuzuführen. Dass alle diese Punkte zahlreiche Veranlassungen zur Wasservermehrung in den Bergwerken geben, ist dadurch erwiesen, dass der Bergbau fast immer die Tagesoberfläche abtrocknet und Brunnen versiegen macht.

3. Die Beschaffenheit des Gebirges ist von Einfluss, die Wasser von der Oberfläche mehr oder weniger in die Grubenbaue zu ziehen. Lockere, zerklüftete, mit offener Schichtung versehene Gebirgsmassen lassen die Wasser ungehindert oder nur mit geringeren Hindernissen hindurchtreten; wenn offenklüftige Gänge durchsetzen oder Fäulen, Gänge mit aufgelöster Ausfüllungsmasse vorhanden sind, so findet oft eine directe Communication der Wasser von der Tagesoberfläche mit den Gruben statt; Höhlenräume, z. B. Schlotten in Gips sammeln dann wohl die Wasser auf. In Przibram hat man die Beobachtung gemacht, dass Gruben, welche sich in der Grauwacke bewegen, trocken, im Thonschiefer nass und sehr nass sind, ebenso in Cornwall im Granit trocken, im Thonschiefer nass.

4. Endlich ist die Verbreitung der Baue von Einfluss auf die Wasserzuführung, da die Gebirgsglieder dadurch mehr und mehr geöffnet und eine immer grössere Oberfläche dazu beiträgt, Wasser in die offenen Baue zu entsenden.

---

[1]) Glock: die Meteorologie und die Wasserhaltung in „Der Berggeist." Köln 1870. S. 435. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1870. S. 329.

## A. Wasserlosung.

Das Abhalten der Wasser von den Grubenbauen oder wenigstens ihre Verminderung erfolgt durch die mannigfachsten, je nach den gegebenen Verhältnissen sehr verschiedenen Mittel.

Man hat für alle Mündungen der Grubenbaue, durch welche sie mit der Oberfläche in Verbindung stehen, die Möglichkeit offen zu lassen, sie wasserdicht zu versperren, um das plötzliche Eindringen von unerwartet durch Niederschläge eintretenden Fluthen zu verhindern, wodurch ähnlichen Ereignissen vorgebeugt wird, wie sie im Jahre 1858 auf der Steinkohlengrube Reher Dickebank in Westfalen eintraten, wo der am Ende einer sonst trockenen Thalschlucht belegene Tiefbauschacht vollständig überfluthet wurde; Aehnliches ereignete sich 1857 bei Zwickau. Dabei sind alle Pingen sorgfältig auszufüllen, ungangbare Schächte fest zu verbühnen. Kann die Vorrichtung zur Absperrung nicht getroffen werden, so muss man die Ausgänge mit Gräben umziehen, welche geeignet sind, die gewöhnlich sich sammelnden Wasser ebenso, wie plötzliche Niederschläge abzuführen, wobei man ausserdem gut thut, zur Isolirung der Gräben von den Halden in der Nähe der Mündungen die letzteren mit Lehmdämmen zu umgeben. Flüsse und Bäche in der Nähe der Schacht- und Stollnöffnungen werden zweckmässig in wasserdichte Gefluther gefasst, um jedes Durchlassen der Wasser durch das Bett der Wasserlaufes zu verhindern. Hierher gehört auch das System von Wasserriesen (Wasserreisen) bei dem Salzbergbau von Berchtesgaden[2]) und anderen Salzbergwerken, welche dazu bestimmt sind, Regenwasser an den steilen Gehängen aufzufangen und schnell über die Oberfläche abzuführen, damit sie keine Gelegenheit finden, in das Erdreich einzuschneiden und in die Grubenbaue, beziehungsweise zu dem Salzlager zu dringen. Man hat sogar versucht, die ganze Oberfläche über den Gruben mit wasserdichtem Ueberzuge zu versehen, so bei dem Quecksilberbergbau zu Almaden, wo man im 16. Jahrhundert die Gesteinoberfläche auf grossen Strecken mit einem Ueberzug von Kalkmörtel versah und darüber noch Lehm brachte, ebenso überzog man bei der Grube Bergwerkswohlfahrt am Harz die ganze Oberfläche mit einem wasserdichten Ueberzuge. Hierin gehört auch das Ausmauern der Schächte zunächst der Hängebank, so weit die oberen Schichten reichen, um die aus ihnen zusitzenden Wasser von den Schächten abzuhalten, wodurch häufig eine grosse Erleichterung für die Wasserhaltung erreicht wird.

Das Ableiten der Wasser, wenn es den Boden unter der Oberfläche bereits durchzogen hat, erfolgt durch Röschen und Anzüchte. Die Anzüchte sind kleine gemauerte Kanäle, welche einige Fuss unter die

---

[2]) Hailer, der Salzbergbau zu Berchtesgaden in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 4. B. S. 85.

Oberfläche gelegt und meist nur zum Abtrocknen der Oberfläche benutzt werden, sie bewirken die Drainage des Grund und Bodens und werden jetzt wohl grösstentheils durch thönerne Drainröhren ersetzt. Fürchtet man Verschlämmung der zur Abführung des Wassers bestimmten Kanäle, so wirft man am besten offene Gräben aus und füllt dieselben wieder mit lockeren Steinen, wodurch gleichfalls eine Drainirung des Grund und Bodens bewirkt wird. Tiefer gelegene Röschen werden gleichfalls angelegt, um den Grund und Boden unmittelbar unter der Oberfläche abzutrocknen und die aufgenommenen Wasser abzuführen. Hierher gehören auch die Circumferentialstolln, mit welchen die Schächte beim Salzbergbau umgeben werden, um von dem Salzgebirge jeglichen Wasserzutritt abzuhalten.

Durch alle diese Mittel ist es zwar möglich, den Wasserzugang von der Tagesoberfläche zu den tieferen Gebirgschichten zu verringern, ganz zurückgedrängt wird er niemals werden, im Gegentheil finden sich in der Regel gewisse Gebirgsglieder, bei deren Durchörterung man ganz besonders auf mehr oder weniger bedeutende Wassersammlungen stösst, wie z. B. die jüngeren Gebirgsglieder über dem Steinkohlengebirge in Westfalen und in Belgien, welche sehr wasserreich sind, während das Steinkohlengebirge selbst nur geringe Wasserzuflüsse zeigt. Um den Zutritt dieser Wasser aus dem Deckgebirge zu den Grubenbauen im Steinkohlengebirge abzuhalten, werden die es durchörternden Schächte mit wasserdichtem Ausbau versehen, wie er Thl. I. S. 519 ff. geschildert ist, wodurch die Wasser innerhalb ihres Horizontes in die sie führenden Schichten zurückgedrängt werden. — Um aber die Verbindung der durch das Zurückdrängen um so höher gespannten Wasser mit den Grubenbauen nach Möglichkeit zu verhindern, ist es nothwendig, unterhalb der Gränzscheide, welche das jüngere Deckgebirge mit dem Steinkohlengebirge macht, einen Sicherheitspfeiler anstehen zu lassen, welcher gänzlich unverritzt bleibt und gegen die oberen Wasser als Damm dient (vergl. Thl. I. S. 307). — Beim Abbau hat man überall für Schonung wassertragender Schichten nach Möglichkeit Sorge zu tragen, damit dieselben nicht zu Bruche gehen und dadurch nicht die von ihnen bis dahin zurückgedämmten Wasser in die Grubenbaue treten; dahin gehören die Thondecken über vielen Braunkohlenflötzen, der hangende Schieferthon über Steinkohlenflötzen, die Thonschichten (dièves) in Belgien und im nördlichen Frankreich (vergl. Thl. I. S. 579). Man verhindert den Bruch dieser Schichten durch mannigfache Vorsichtsmassregeln beim Abbau, wie durch das Anbauen eines Theils der Lagerstätte; durch ausreichende Unterstützung des Daches in den Strecken und Abbauräumen mittelst Zimmerung oder Mauerung, durch schachbrettförmigen Abbau, wobei ein namhafter Theil der Lagerstätte zur Sicherung des Grubenbaues geopfert wird (vergl. Thl. I. S. 402). — Ein weiteres Augenmerk beim Abbau ist darauf zu richten, dass die Durchörterung von Verwerfungen nach Möglichkeit ver-

mieden werde, weil dieselben sehr häufig wasserführend sind und die Verbindung der tieferen Gebirgsschichten mit der Tagesoberfläche oder den oberen wasserreichen Schichten herstellen.

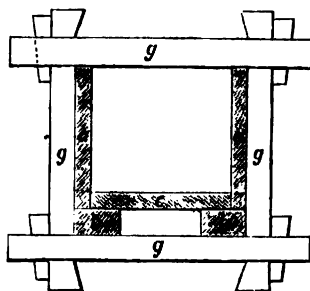
Hier bleibt auch die in Preussen bestehende Vorschrift (vergl. Thl. I. S. 315) zu erwähnen, wonach an den Markscheiden der Grubenfelder Sicherheitspfeiler stehen zu lassen sind, um die in den benachbarten Gruben etwa angespannten Wasser nicht durch plötzliche Durchbrüche in die Grubenbaue zu ziehen.

Von grosser Wichtigkeit für das Abhalten der oberen Wasser von den tieferen Bauen sind die Stolln, welche neben dem Zweck, eine obere Abbausohle zu bilden und zur Förderung und Wetterführung zu dienen, vorzugsweise dazu bestimmt sind, die Wasser aus den über ihrer Sohle belegenen Gebirgslagen aufzufangen und abzuführen, damit dieselben nicht tiefer fallen, sie bilden eine Drainirung des Gebirges im Grossen.

Liegen mehrere Stolln übereinander, so soll man die oberen nicht verfallen lassen, weil besonders in Fluthzeiten die unteren häufig nicht im Stande sind, alle Wasser aufzunehmen und abzuführen.

Um die in den Bauen angefahrenen Wasser zu sammeln und zu concentriren, bringt man s. g. Gequelle an, welche die Wasser in den Stolln ableiten. Damit die in den Stolln angesammelten Wasser nicht in die unter ihnen befindlichen Baue treten, hat man für Sicherstellung und Dichtheit der Stollnsohle zu sorgen. Dies geschieht in Preussen dadurch, dass auch hier unter der Stollnsohle ein unverritzt zu lassender Sicherheitspfeiler stehen bleibt (vergl. Thl. I. S. 307), um das Zubruchbauen der Sohle zu verhindern; das Verdichten der Stollnsohle erfolgt durch Letten, Rasen, Lehm, hydraulischen Mörtel mit oder ohne aufgelegte Gerinne, Gefluther oder Spundstücke, wodurch man zuweilen, wie z. B. in Przibram eine fast völlige Trockenheit der tieferen Baue erreicht; Mörtel schliesst in der Regel dicht ab, Rasen erfüllt diesen Zweck selten.

Fig. 480.




Häufiger legt man zur Fassung der Wasser über undichte Theile der Stollnsohle Gerinne oder Spundstücke, welche gewöhnlich aus Holz, seltener aus Eisen oder Mauerwerk hergestellt werden, wobei der Unterschied zwischen Gerinnen und Spundstücken lediglich in der Grösse der Ausführung liegt. Gerinne werden in kleineren Dimensionen bei geringen Wasserquantitäten benutzt; sie werden entweder aus einem halben Stamm mit runder Axt ausgehöhlt oder, wie in den meisten Fällen, aus drei Brettern zusammengenagelt, indem man die Längs- und Stossfugen mit Hanffasern oder Letten verdichtet und durch Anbringen von Spreizen oben zwischen den beiden Seitenbrettern dem Ganzen Steifigkeit

gibt. Spundstücke werden bei grösseren Wassermengen gebraucht. Dieselben bestehen aus 2 Seitenbrettern aa, Fig. 480, welche aus starken Pfosten hergestellt werden, unter dieselben werden Trageleisten bb genagelt und auf diese der Boden c aus Brettern mittelst Nägeln befestigt, alle Fugen werden mit feinem Moos gedichtet; die Seitenborde nimmt man 4 bis 8 Meter lang und verbindet die Stossfugen durch Spunde d in Fig. 481, oder durch Spundfedern e in Fig. 482 oder durch einen linsenförmigen Spahn f in Fig. 483, welcher die Fuge deckt, zunächst auf Moos

Fig. 481.




Fig. 482.




Fig. 483.




ruht und durch Klammern festgehalten wird; die letztere Verbindung ist fest und kann doch leicht wieder gelöst werden.

In Entfernungen von 4 zu 4 Meter werden oben Spannstege mit schwalbenschwanzförmigen Zapfen in die Seitenpfosten eingelassen, wodurch dem Ganzen Steifigkeit gegeben wird. Zum grösseren Zusammenhalt werden von 1,33 zu 1,33 Meter Zwingen gg in Fig. 480 um das Spundstück gelegt, und dieselben entweder auf die natürliche Sohle des Stollns oder auf besonders angebrachte Stege verlagert. Eine grössere Verflutherung dieser Art fand im Hauptschlüsselerbstolln bei Zabrze in Oberschlesien[3]) statt. In den (60 Zoll) 1,5 Meter breiten, (100 Zoll) 2,615 Meter hohen Stolln wurden die Gefluther von (34 Zoll) 0,889 Meter lichter Weite und (24 Zoll) 0,628 Meter lichter Höhe auf ein (18 Zoll) 0,471 Meter hohes Thonbett verlegt; die einzelnen Gefluther sind (20 Zoll) 0,523 Meter lang, sie bestehen aus Kiefernholz, nur die oberen Borde aus Eichenholz, der Boden ist ($2^1/_2$ Zoll) 65 Millimeter, die Borde sind (4 Zoll) 105 Millimeter stark; auf jedes Gefluther sind 3, in der Mitte und an den beiden Enden je eine Zwinge oder Klammer von (4 zu 6 Zoll) 105 zu 157 Millimeter starkem Eichenholz angebracht, ausserdem an den Wechselstellen zweier Gefluther derartige (8 Zoll) 21 Centimeter starke, welche mit Holznägeln an dem Gefluther befestigt sind. Die Ausführung ist (110 Lachter) 230 Meter lang; nach der Verlegung erfolgte auch zwischen den Seitenstössen und den Gefluthenwänden eine ($6^1/_2$ Zoll) 17 Centimeter starke Ausfüllung mit Thon.

[3]) Meitzen, die wasserdichte Verflutherung des Königl. Hauptschlüsselerbstollns im Felde der Königin Luise Grube bei Zabrze in Oberschlesien in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 4. B. S. 153.

Schon gegen Ende des vorigen Jahrhunderts hat man zu Schneeberg bei einem Umbruchsort des Hauptstollns eiserne Spundstücke zur Anwendung gebracht, deren Anlagekosten gross sind, doch halten sie so lange, dass sich die Kosten bezahlt machen. Sie bestehen aus gusseisernen, unten mit einer rechtwinkelig angegossenen Backe versehenen Borden, unter welche der Boden geschraubt wird; die Wechsel sind durch darüber gelegte und verschraubte Schienen verbunden, oder man giesst Kränze an die Enden der Gefluther, welche durch Schrauben verbunden werden; auch über die Wechsel des Bodens werden Schienen geschraubt (Fig. 484 und 485); die Dichtung erfolgt durch Einlegen von Tuchstreifen, welche mit

Fig. 484.

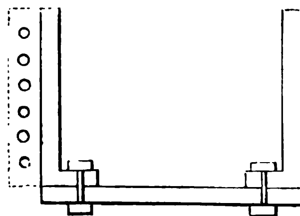
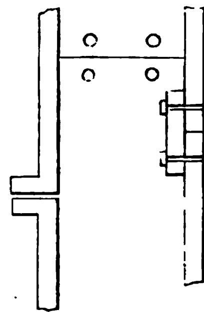


Fig. 485.



Bleiweisskitt bestrichen sind, in die Fugen. Zwischen die oberen Borde werden Spreizen geschlagen, um dem Ganzen grössere Steifigkeit zu geben. Zur Verstärkung des Bodens würde es sehr gut sein, wenn man unter denselben Tragrippen anbringt und dieselben durch Schrauben befestigt, weil sonst Wasserdruck von Unten den Boden leicht sprengen kann.

Steinerne Spundstücke, aus Ziegeln mit Cement gemauert, hat man im Mansfeldischen angewendet, wobei man die Steine auf die hohe Kante stellt; das Ganze wurde ringsherum ausgefüllt, um der Mauer mehr Festigkeit zu geben. Besser und eine sicherere Ausführung wird es sein, wenn an Stelle solcher gemauerter Gefluther die Sohle mit einem wasserdicht gemauerten Gewölbe versehen würde.

Am Anfang und Ende der Gefluther muss ein Damm liegen, damit die Wasser gezwungen werden, innerhalb der verflutherten Strecke allein durch die Spundstücke zu laufen; dabei ist empfohlen, neben den Gefluthern den Raum nicht durch Berge oder dichtende Massen auszufüllen, weil man sonst nicht beobachten könne, ob Wasser durch die Fugen des Gefluthers durchtreten.

Fürchtet man, dass die Wasserseige des in der Lagerstätte aufgefahrenen Stollns die Wasser nicht hält, so bringt man sie in das liegende Nebengestein, namentlich bei flach fallenden Flötzen, oder man bringt, wenn das Gestein in der Nähe der Lagerstätte zu undicht ist, für den ganzen Wasser durchlassenden Stollntheil ein Umbruchsort an; auf der

Lagerstätte muss man dann zum Auffangen der Wasser auch noch ein Gerinne offen halten und aus diesem die Wasser in gewissen Entfernungen durch Querschläge zu dem Stolln leiten.

Als Regel ist zu beachten, dass man das Umbruchsort so viel wie möglich an ein und derselben Seite der Lagerstätte hält und dieselbe nicht durchkreuzt, weil sonst an der Kreuzungsstelle die Dichtheit der Sohle im Umbruchsort nicht aufrecht erhalten wird.

Das Auffangen von Wassern in Schächten wird erforderlich, wenn solche aus den Stössen in den Schacht treten. Man hat dann Rinnen herzustellen, in welchen die Wasser aufgefangen werden, indem man auf die Schachthölzer Latten aufnagelt und die Fugen an den Stössen mit Keilen verdichtet, was besser als das auch wohl vorgeschlagene Aushöhlen des Schachtholzes ist. Auch bringt man statt der Keilverdichtung wohl nur Bretter geneigt gegen die Stösse an, auf welchen die Wasser den Rinnen zufliessen. Hauptrinnen zur Aufnahme grösserer Wassermengen spitzt man im Gestein aus und legt sie mit Ziegelsteinen aus; von solchen Hauptrinnen führt man dann die Wasser durch Röhren oder Lutten bis zu dem nächsten Sammelplatz der Wasser, so dass der Schachtraum von den wild zusitzenden Wassern befreit wird. Als Paliativmittel sind Traufenbühnen zu erwähnen; es sind dies einfach schräg gestellte Bretter, durch welche die im Schachte niederfallenden Wasser nach den Stössen geleitet werden, was natürlich in Förderschächten unanwendbar ist.

Um die tieferen Bausohlen von dem in oberer Höhe angefahrenen Wasser möglichst frei zu halten, sind die Vorsichtsmassregeln zur Dichthaltung und das Bewahren vor dem Zubruchegehen der Stollnsohlen auch für die oberen Tiefbausohlen unmittelbar anzuwenden, auch in diesen ist für eine undurchlassende Wasserseige Sorge zu tragen und sind angemessene Sicherheitspfeiler anstehen zu lassen, namentlich so lange, bis eine gesicherte Wasserhebung für die tiefere Sohle hergestellt ist.

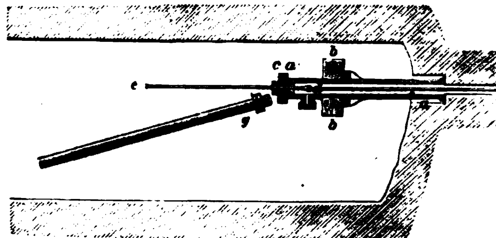
Wenn durch einzelne Streckenbetriebe oder auch in seltenen Fällen durch Schächte den Bauen so viel Wasser zugeführt werden, dass die vorhandenen Wasserhebungsvorrichtungen die Wasser nicht zu wältigen vermögen, so müssen diese Betriebe ganz oder zeitweise abgesperrt werden, was durch Verdämmungen geschieht, über deren Einrichtung das Nähere bereits oben (Thl. I. S. 586) erwähnt ist.

Hierher gehört auch das Abzapfen von Standwassern. In dem Gesetz über die Ventilation und Inspection der Bergwerke im Staate Pennsylvanien vom 3. März 1870 ist in Section IX vorgeschrieben,[4]) dass vor jedem Orte, welches sich einem alten Baue mit vermutheten Standwassern nähert, (20 Fuss) 6,277 Meter weit vorgebohrt werden muss. — Auf der Grube Centrum bei Eschweiler hatte man bei solcher Abzapfung besondere

[4]) Glückauf. Essen 1870. No. 38.

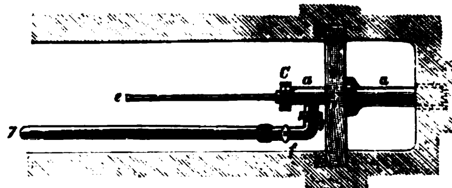
Vorsicht anzuwenden, weil die Wasser mit Schwefelwasserstoffgas imprägnirt waren.[5]) In das Bohrloch wurde ein eisernes Rohr aa (Fig. 486 und 487) mit einer umliegenden Cementverdichtung eingesetzt; das Rohr wurde durch die gegen den Kranz gesteiften und in den Ortsstössen ver-

Fig. 486.



bühnten Spreitzen bb festgestellt. In dem Rohre bewegte sich der $52\frac{1}{3}$ Millimeter breite Bohrmeissel ee, dessen konischer Ansatz d nach Anbohrung der Wasser beim Zurückgehen die konische Ausbohrung in dem

Fig. 487.



Rohrdeckel c ausfüllte und dadurch den Abfluss des Wassers absperrte, welcher durch das seitlich angebrachte Rohr g bewirkt wurde; dasselbe war mit Hähnen, wie f, versehen, welche beliebig geöffnet und geschlossen werden konnten. Das ausfliessende Wasser trat von Unten her in den durch einen Damm gebildeten und mit Kalkmilch Behufs der Ausscheidung des Schwefelwasserstoffgases gefüllten Behälter ein und konnte nur nach erfolgter Klärung über die Krone des Dammes abfliessen.

## B. Wasserhebung.

Alle Mittel, welche zur Zurückhaltung und Ableitung der Wasser getroffen werden, sind in den meisten Fällen nicht im Stande, die Grubenbaue gänzlich von Wassern frei zu halten, es muss dann also dazu übergegangen werden, die Wasser aus den tieferen Bauen zu den abführenden Stolln oder, wo solche nicht vorhanden sind oder nicht alle Wasser zu fassen vermögen, bis zu Tage zu heben.

---

[5]) Hauchecorne: Versuche und Verbesserungen beim Bergwerksbetriebe in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 17. B. S. 65.

Die Wasserhebung muss auf die mechanisch vollkommenste Weise und dabei mit grösster Oekonomie erfolgen, damit einerseits eine wirkliche Beseitigung der Wasser aus den Bauen stattfindet und andrerseits dieser Theil der Veranstaltungen beim Bergbau die Kosten der Gewinnung nicht unverhältnissmässig erhöht. Die Wasserhebung muss so wenig als möglich unterbrochen werden, damit die continuirlich zusitzenden Wasser ebenso gleichmässig fortgeschafft werden. Um gegen plötzliche Wasserzuführungen gesichert zu sein, muss man Vorkehrungen anbringen, durch welche die Wasserhebung auf dem einfachsten und leichtesten Wege verstärkt werden kann.

Die Höhe des Hebens, wozu sich die verschiedenen zu Gebote stehenden Mittel eignen, ist der wichtigste Gesichtspunkt für den Bergmann.

### I. Einfache Mittel zur Wasserhebung.

#### *a.* Für geringe Höhen.

Ist das Wasser nur auf sehr geringe Höhen zu heben, so schöpft man es mit Schalen, Kannen, Eimern, wie es in den Bauen der alten Egypter und Römer geschah, wo ein Arbeiter dem andern die Gefässe zureichte. Jetzt kommt dieses Wasserschöpfen wohl gelegentlich noch beim Abteufen vor. Die Gefässe sind verschieden nach der Tiefe der Wasseransammlung; blecherne Gefässe sind besser, als hölzerne, weil sie leichter und schneller zu handhaben sind. Im Mittel kann das Schöpfen auf eine Höhe von (3 bis $3^1/_2$ Fuss) ca. 1 Meter bewirkt werden, wobei die Leistung eines Menschen nach Weisbach[6]) etwa 155 Kilogrammmeter in der Minute, bei sechsstündiger Arbeitszeit 55800 Kilogrammmeter erreicht, was den fünften Theil der Leistung eines Arbeiters an einer Maschine ausmacht.

Das Schöpfen erfolgt auch durch die Wurfschaufel, eine flache, löffelartig geformte Schaufel mit kurzem Griff, mit welcher man wohl über Tage das Wasser über einen Damm wirft; diese Schöpfart ist unvollkommen und nur in gewissen Gränzen brauchbar. Vollkommener ist die Schwungschaufel,[7]) eine aus Holz oder Eisenblech gefertigte, kastenförmige Schaufel, welche an einem langen Stiel befestigt und mit einem Seil an einem Bock aufgehängt ist; der Arbeiter drückt, nachdem das Gefäss mit Wasser gefüllt ist, hinten am Stiel nieder und giebt einen Schwung nach vorn. Bei einer Schöpfhöhe von (2 bis $3^1/_2$ Fuss) 0,628 bis 1 Meter ist die Leistung eines Arbeiters mit der Wurfschaufel kaum höher, als beim Schöpfen mit dem Eimer, wogegen mit der Schwungschaufel die Leistung bis (1630 Fusspfund) 255 Kilogrammmeter in der Minute oder (588000 Fusspfund) 92000 Kilogrammmeter in sechsstündiger Arbeitszeit ausmacht.

---

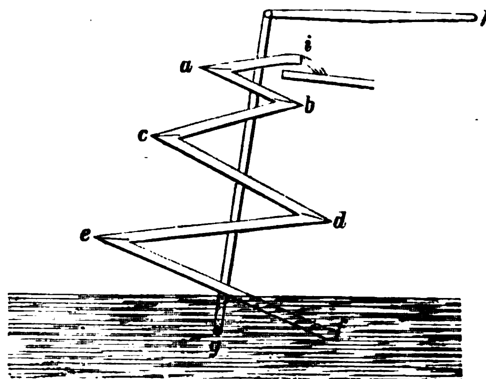
6) Weisbach, Lehrbuch der Ingenieur- u. Maschinen-Mechanik, Thl. III, Seite 786.

7) Ebenda. S. 787.

Die Wasserwippe kommt nur noch selten vor, obwohl man sie in England mit Dampfmaschinenbewegung für grosse Ausschöpfungsarbeiten anwenden wollte. Es ist dies ein Gerinne, welches um eine horizontale Achse drehbar und an den Enden mit Handhaben versehen ist, an welchen die Arbeiter angreifen; indem das eine Ende niedergedrückt ist, schöpft das Gerinne das Wasser, geht dieser Theil des Gerinnes in die Höhe, so sinkt das entgegengesetzte und giesst das geschöpfte Wasser aus. Nach Wiebeking kann 1 Mann in der Minute (7 Kubikfuss $3^1/_2$ Fuss) 0,216. Kubikmeter 1,00 Meter hoch heben, leistet also (1513 Fusspfund) 235 Kilogrammmeter und in der achtstündigen Schicht mit 6 Stunden Arbeit (544380 Fusspfund) 85000 Kilogrammmeter, nach Perronet hebt ein Arbeiter nur (2 Kubikfuss 3 Fuss) 0,062 Kubikmeter 0,942 Meter hoch, kann also nur (370 Fusspfund) 58 Kilogrammmeter leisten, aber 10 Stunden arbeiten und leistet dann (222000 Fusspfund) 34800 Kilogrammmeter.

Die Zickzackmaschine von Belidor ist eine verbesserte Wasserwippe, aber vollkommener als diese. Eine Anzahl Gerinne ist unter spitzem Winkel an einer Schwinge befestigt, welche sich um g (Fig. 488) dreht

Fig. 488.




und durch den Hebel h hin und her bewegt werden kann; wird die Schwinge nach links gedrückt, so schöpft das letzte Gerinne bei f Wasser, welches nach e fliesst, bei der Bewegung nach rechts tritt das Wasser nach d, beim fortgesetzten Schwingen von d nach c und weiter, bis es bei i zum Ausfluss gelangt. Damit das Wasser bei den entgegengesetzten Schwingungen nicht wieder zurückläuft, sind bei a b c d e Klappen angebracht. Ein Mangel dieser Einrichtung ist das stossweise Heben des Wassers, so wie dass immer höher als der eigentliche Ausflusspunkt gehoben werden muss.

Das Wurfrad ist bei Entwässerungen über Tage, namentlich in Holland sehr gewöhnlich; es ist ein Strauberrad, welches dem Wasser-

zufluss entgegen in einem Kropf geht, welcher hier Aufleiter heisst. Die Schaufeln müssen mit der Schwelle des Aufleiters einen Winkel von 45 Grad machen. Zum Senken und Heben des Rades, am besten zugleich mit dem Kropf, ist ein Pansterzeug vorhanden, was wegen des wechselnden Wasserstandes nothwendig ist. Die Schaufeln, indem sie in den Kropf eintreten, fassen das Wasser und werfen es vor dem Wiedereintritt heraus in einen Ableitungskanal; die Bewegung darf nicht zu langsam sein, damit das Wasser wirklich vollkommen herausgeschleudert wird. Die Schöpfhöhe darf nicht mehr als ein Viertel der Radhöhe betragen, in Holland nimmt man überhaupt die Schöpfhöhe nicht mehr, als (40 Zoll) 1 Meter, wo alsdann die Räder (18 bis 20 Fuss) 5,649 bis 6,277 Meter hoch, (18 bis 20 Zoll) 0,471 bis 0,523 Meter breit sind und 28 Schaufeln haben.

### b. Für mittlere Höhen.

Das Schöpfrad (tympanum der Alten)[8]) trägt am Kranze Schöpfvorrichtungen, welche beim Drehen des Rades in das Wasser eintreten und sich füllen, um demnächst bei dem entgegengesetzten Stande des Rades in ein Abflussgerinne auszugiessen. Diese Gefässe können sich bis zur Achse des Rades verlängern, wodurch das Schneckenrad[9]) entsteht, welches auch wohl als Gebläse benutzt wird. Die Kammern zum Wasserschöpfen werden durch Spiralwindungen auf einer hohlen Welle, welche in Abtheilungen getheilt ist, gebildet; die Kanäle müssen von Aussen nach Innen an Querschnitt zunehmen, um das Ausgiessen zu erleichtern.

Häufiger sind die Schöpfgefässe nahe am Scheitel des Rades und dann entweder fest oder beweglich. Die festen Gefässe sind an einem Kranze befestigt und giessen am Scheitel des Rades nach der Seite aus, wobei aber viel vor dem eigentlichen Ausgusspunkt vergossen wird. Das Schöpfrad von Rosenbaum hat einen aus 2 Reifen bestehenden Kranz, welcher durch 2 Boden geschlossen ist und durch schräge Schaufeln in Zellen getheilt ist; die Reifen haben viele Oeffnungen, durch welche das Wasser beim Schöpfen in die Zellen eintritt, am Scheitel wieder ausgiesst. Das Rad bietet wenig Bewegungshindernisse, durch die Stellung der Schaufeln wird das Auslaufen des Wassers an dem geeigneten Punkte erleichtert. — Schöpfräder mit etwas geschlossener Schaufelung (Sackschaufeln) giessen oben das Wasser nach Innen aus. — Bewegliche Gefässe sind mittelst eines Bolzens, um welchen sie sich drehen können, an einem Reifen befestigt; sie schöpfen in schräger Stellung und giessen in der Nähe des Scheitels in ein Gerinne aus, an welchem sie mit dem Henkel streifen.

Die Geschwindigkeit der Schöpfräder beträgt nicht über ($1^1/_2$ Fuss) 0,471 Meter in der Secunde.

---

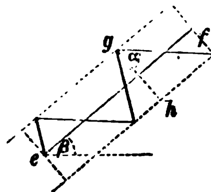
[8]) Ebenda. S. 791.
[9]) Ebenda. S. 795.

Die Wasserschraube und Wasserschnecke[10]) sind uralt. Archimedes fand sie wohl schon beim egyptischen Bergbau vor.

Bei der Schraube ist der Mantel fest, so dass sich die Schraube innerhalb desselben bewegt, bei der Schnecke dreht sich der Mantel mit der Schraube. Sie werden meistentheils von Holz hergestellt; die Wasserschraube stellt man wohl auf einen in Mauer ausgeführten Trog. Bei veränderlichem Wasserstande bringt man auch das Ganze in einen Rahmen, welchen man heben und senken kann.

Das Wasserheben erfolgt dadurch, dass die Mündung sich unten mehr erhebt, als der vordere Theil niedergeht, woraus folgt, dass, wenn $\alpha$ in Fig. 489 den Neigungswinkel der Schraube und $\beta$ den der Schraubenspindel ef bezeichnet, die Schraube nur so lange wirken kann, als $\alpha + \beta$ kleiner als 90 Grad ist; je grösser $\beta$ ist, desto höher kann man die Wasser heben, desto weniger aber auf einmal. Um $\beta$ verändern zu können, darf daher $\alpha$ nicht zu gross gemacht werden, nicht über 30 bis 35 Grad, wogegen $\beta$ 35 bis 40 Grad, wiewohl man auch 60 Grad findet; die Wasserschnecke kann steiler gestellt werden, als die Wasserschraube. Die Römer sollen $\alpha$ bis 45 Grad gemacht haben, die Holländer geben 36 Grad, Eytelwein schlägt nur 12 Grad vor. Der Manteldurchmesser gh wird gleich $^1/_{12}$ der Spindellänge genommen, welche man nicht gern über (24, höchstens bis 36 Fuss) 7,5 bis höchstens 11,25 Meter wählt; den Spindeldurchmesser macht man $^1/_3$ so stark, wie den des Mantels, welcher bis (3 Fuss) 1 Meter beträgt, in Frankreich bei Kanälen 1,6 Meter; der Schraube giebt man einen Spielraum von ($1^1/_2$ bis 2 Linien) 3 bis 4 Millimeter gegen den Mantel. Die Apparate sind so tief in das Wasser einzutauchen, dass es gerade auf der Mitte des Durchmessers steht. Die Schraube ist gegen Veränderungen der Eintauchungstiefe viel weniger empfindlich, als die Schnecke, lässt sich leicht reinigen, verliert aber etwas Wasser. Die angemessenste Umdrehungsgeschwindigkeit hängt ab vom Querschnitt und ist durch Probiren zu ermitteln; bei der Schraube von 1,6 Meter Durchmesser war der Wirkungsgrad 70 bis 75 Procent, in Frankreich will man 95 Procent erreicht haben.

Fig. 489.

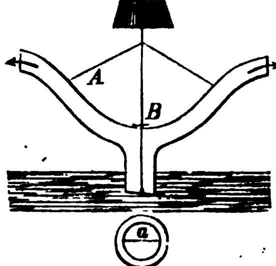



Neuerdings hat Letellier die Spiralpumpe mit der Schnecke verbunden, indem er derselben keinen Ausfluss nach Oben giebt, sondern denselben nach der Mitte fortführt und hier ein Steigrohr aufsetzt, in welchem durch die schnelle Bewegung, beziehungsweise den Stoss eine Hebung des Wassers erfolgen soll, welche indess nicht bedeutend sein kann. Die Windungen der Schraube sollen nach Oben enger werden, damit die Luft mehr zusammengepresst wird und stossweise wirkt. Letellier will 83 Procent Wirkungsgrad erlangt haben.

[10]) Ebenda. S. 811. 819.

Die Centrifugal- oder Schwungpumpe (Saugschwungpumpe von Langsdorf).[11]) Eine gekrümmte Röhre A (Fig. 490) ist an einer Spindel B so befestigt, dass die untere, die saugende Oeffnung unmittelbar in der Achse, die oberen, ausgiessenden Oeffnungen möglichst weit von der Spindel entfernt sind; die Röhre muss parabolisch gestaltet sein und, damit das Wasser bald zu drehender Bewegung gelangt, hat man in der unteren Mündung eine Scheidewand a anzubringen. Vor der Ingangsetzung muss man die Röhre mit Wasser füllen und dann in schnelle Umdrehungen setzen; dabei sind die Bewegungshindernisse gering, und deshalb wird ein günstiger Wirkungsgrad erzielt, welchen aber Langsdorf zu hoch ermittelt. Der Apparat darf nur niedrig sein, weil sonst eine zu grosse Geschwindigkeit erforderlich wird. Zur besseren Wirkung und vollständigeren Ansaugung des Wassers machte Langsdorf die Spindel hohl und verband sie unmittelbar mit dem Rohre, indem er das Wasser durch ein Ventil in die hohle Spindel eintreten liess. Der Apparat wirkt als ein umgekehrtes Reactions- oder Segner'sches Wasserrad.

Fig. 490.




Die Piteau'sche Röhre beruht auf Benutzung des Wasserstosses. Die Röhre ist an der Spindel a (Fig. 491 und 492) befestigt, um welche

Fig. 491.

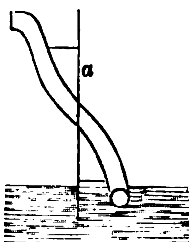
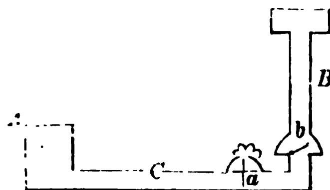



Fig. 492.




Fig. 493.




sie sich dreht; die untere Mündung liegt tangential am Kreise und wird gegen das Wasser bewegt, welches durch den Stoss emporgesaugt wird. Der Apparat ist für wirthschaftliche Zwecke zuweilen anwendbar.

Der Stossheber oder hydraulische Widder[12]) hebt das Wasser nach dem Princip der Differenz zwischen Wasserstoss und Wasserdruck; er ist geeignet zur Benutzung ganz kleiner Gefälle. Ein Wassergefäss A (Fig. 493), welches zum Ansammeln der Wasser dient, steht in Verbindung mit der Steigröhre B, in der Verbindungsröhre C liegt ein Windkessel, welcher mit einem nach Unten sich öffnenden Ventil a geschlossen ist, während das Steigrohr B durch ein nach Oben sich öffnendes Ventil b

[11]) Ebenda. S. 834.
[12]) Ebenda. S. 959.

abgesperrt wird. Wenn A gefüllt ist, so öffnet sich b, während a geschlossen ist, bis das Wasser wieder in Ruhe kommt und der Druck auf a nachlässt, so dass dieses Ventil durch sein eigenes Gewicht nach Unten fällt und das Wasser an dieser Stelle herausspritzt; bald kommt das Wasser wieder in gleichförmige Geschwindigkeit, drückt a zu und steigt durch b von Neuem in die Röhre B, bis das Spiel sich wiederum umsetzt; hierdurch wird das Wasser in der Röhre B in die Höhe gedrückt und allmälig zum Ausfluss gebracht. Als Verbesserungen hat man am unteren Ende der Steigröhre B einen Windkessel angebracht, dessen unterer Boden das Ventil b trägt und in dessen oberen die Röhre B hineinragt, wodurch eine continuirliche aufsteigende Bewegung in der Röhre B erzielt wird, während der Eintritt in den Windkessel durch das Ventil b intermittirend stattfindet. Die Ventile a und b müssen nahe bei einander stehen, dagegen darf das Verbindungsrohr C nicht zu kurz sein, Eytelwein giebt seine Länge bei einer Steighöhe H und einer Höhe des Wasserstandes im Gefässe h an zu $H + \frac{2h}{H}$. Das Steigrohr B muss halb so weit sein, wie das Leitrohr C, die Geschwindigkeit in C darf nur gering sein. Der Wirkungsgrad wird zu 54 bis 90 Procent, durchschnittlich zu 60 bis 65 Procent von Eytelwein angegeben. Der Apparat ist anwendbar für kleine Gefälle und geringe Wassermengen; er ist in Benutzung genommen auf der Halsbrücke bei Freiberg, auch am Harz, hier zur Bewässerung der Zimmerung.

Die für mittlere Hebungshöhen anwendbaren Heber werden weiter unten erörtert werden.

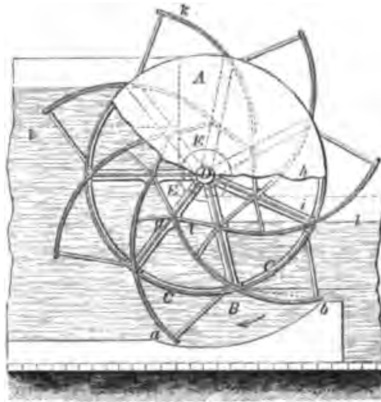
Schlauchmaschine. In einem Kropfgerinne bewegt sich ein Rad, durch dessen Kranz Walzen hindurchgesteckt sind; im Gerinne liegt ein Schlauch, auf welchen jede Walze aufdrückt. Durch die hierdurch entstehende Pressung wird das Wasser vorn aus dem Schlauch ausgepresst, welcher sich bis zu der Ankunft der folgenden Walze am anderen Ende wieder vollsaugt. Diese Vorrichtung kann nicht empfohlen werden, da die Schläuche nicht von langer Dauer sein können.

Zur Entwässerung eines eingedeichten Landstrichs (Polders) in Brabant ist von Overmars ein Pumpenrad construirt.[13]) Dasselbe besteht aus einem hohlen Cylinder C (Fig. 494 und 495), welcher durch die Rippen C,C, versteift und an beiden Enden mit den Deckeln h und i verschlossen ist. Der Cylinder ist aussen mit gekrümmten Schaufeln k versehen und dreht sich mit der Welle D, mit welcher die Rippen C, durch die Arme g verbunden sind; die Welle ruht auf den Lagern D,D, welche in die Seitenwände e und f, zwischen denen das Rad aufgestellt ist, eingelassen sind. Die Sohle des Kanals ab ist nach einer Kreislinie gekrümmt, an welcher das Rad so nahe vorüberstreicht, wie es möglich ist,

[13]) Dingler polytechn. Journal. Bd. 194. S. 297.

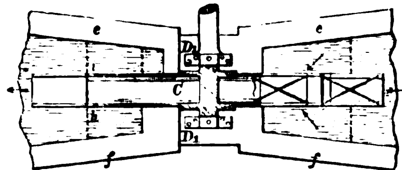
ohne Widerstand zu finden. Das Rad selbst bildet eine Scheidewand zwischen dem zu hebenden und dem gehobenen Wasser. Der Wasserkörper B wird von den beiden Seitenwänden e und f, der Sohle ab und einem Theil des Umfangs des Cylinders C eingeschlossen und rückt all-

Fig. 494.



mälig von rechts nach links. Die Länge des Kanals oder Kropfes ab hängt von der Höhe des Wasserstandes l ab; dabei ist die Zahl der Schaufeln k so zu wählen, dass bei der Drehung des Rades mindestens eine derselben den Kanal ab verschliesst. Wenn der Unterwasserspiegel sehr hoch ist und der Oberwasserspiegel nicht ganz bis zur Höhe des inneren Cylin-

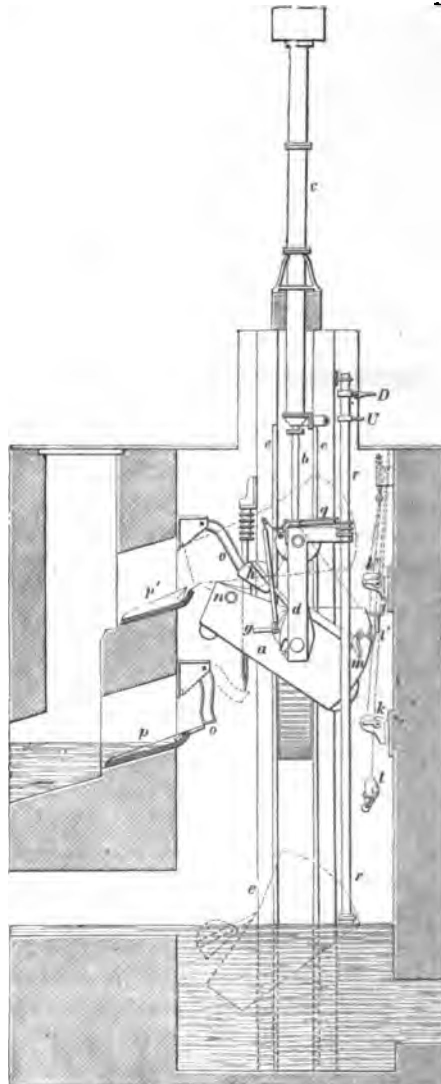
Fig. 495.



ders E reicht, wird die Trommelwand C abgenommen, so dass sich der Schaufelraum bis zur inneren Trommel E erstreckt und der Fassungsraum wesentlich vergrössert wird; liegt der obere Wasserspiegel aber unter der Radachse, so wird auch die Mantelwand E überflüssig und entfernt. Im Allgemeinen wählt man die Höhe des Rades so, dass der obere Theil der Trommel stets über dem Niveau des Oberwassers liegt und der untere, der Fassungsraum B der Schaufeln, vollständig untergetaucht ist. Die Entfernung der Seitenwände e und f vergrössert sich vor und hinter dem Rade so weit, dass der Zu- und Abfluss des Wassers leicht erfolgt. Bei einer Höhe des Oberwasserspiegels über der Radachse von 0,2 Meter, einer Hubhöhe von 1,75 Meter wurden 70 bis 80 Kubikmeter Wasser in der Minute gehoben.

Die hydraulische Eimerschöpfmaschine von Armstrong und Comp.[14]) dient dazu, verunreinigtes Wasser zu heben, ohne nöthig zu haben, Ventile u. dgl. m. anbringen zu müssen. Ausserhalb des Schachtes, in welchem der Apparat zu wirken hat, steht eine Maschine c (Fig. 496),

Fig. 496.



an deren Kolbenstange b ein Eimer a befestigt ist. Derselbe ist aus Schmiedeeisen gefertigt, fasst $14\frac{1}{2}$ Tonnen Wasser und ist um eine in

[14]) Dingler polytechn. Journal. Bd. 199. S. 84.

dem Rahmen d liegende Achse drehbar gelagert; der Rahmen bewegt sich innerhalb der Führungsbalken ee. Der leere Eimer ist nahezu im Gleichgewicht aufgehängt; ist derselbe mit Wasser gefüllt, so hat er nach der rechten Seite Uebergewicht. An der Drehachse des Eimers ist zu beiden Seiten je eine Platte f mit zwei Einschnitten angebracht, in welche Klinken g einfallen, um den Eimer beim Schöpfen und Aufsteigen in einer bestimmten Stellung zu erhalten. Das Auslösen der Klinken g erfolgt beim Eintauchen des Eimers in das Wasser durch den Schwimmer h, welcher beim Beginn des Aufsteigens durch sein Gewicht die Einrückung wieder veranlasst. Ebenso wird der Eimer durch Anstossdaumen an der Schachtwand Behufs Ausgiessens des gehobenen Wassers freigemacht. Damit die Füllung des Eimers mit Wasser schnell erfolgt, wird derselbe mit hölzernen Schwimmern in der Art versehen, dass er nach erfolgter Auslösung rasch umkippt. Mit Federn versehene Hemmketten sind an beiden Seiten des Eimers angebracht, um das gehörige Einfallen der Klinken g zu sichern; ausserdem ist zu gleichem Zwecke am Eimer eine Nase i vorhanden, welche gegen die Anschläge k oder k, trifft und hierdurch die erforderliche Drehung des Eimers in jedem Falle erzielt. Durch Gegengewichte, welche am Gleitrahmen ee, geführt werden, wird der Eimer völlig abbalancirt. Da zwei verschiedene Ausgussniveaus pp′ vorhanden sind, so wurden die Ausrückvorrichtungen ebenfalls doppelt angeordnet und können dieselben durch Schnüre in und ausser Thätigkeit gesetzt werden. Zum Entleeren des Eimers werden die Klinken g durch den Anschlag l oder l, auf den Ausrückhebel m zurückgezogen, worauf zwei am vorderen Eimerende angebrachte Rollen n gegen den schief stehenden Arm o oder o, anstossen und den Eimer gegen den Ausfluss p oder p, neigen. Die übrigen in der Figur bezeichneten Apparate dienen zur Steuerung der Maschine, welche vom Eimer in seiner auf- und abwärts gehenden Bewegung bewirkt sind. Alle wirksamen Theile liegen ausserhalb des Wassers und sind frei zugänglich. Der Minimalhub zum oberen Abfluss beträgt (7 Fuss) 2,197 Meter, das Maximum (23 Fuss) 7,219 Meter und etwa (5 Fuss) 1,569 Meter mehr für das Steigen des Eimers. Die durchschnittliche Geschwindigkeit des Eimers ist (3 Fuss) 0,942 Meter in der Secunde; die Füllung beansprucht etwa 5, das Ausleeren 15 Secunden. Der Wirkungsgrad der Maschine beträgt bei dem Minimalhub 0,4, bei dem Maximalhub 0,6, wobei alle Belästigungen durch das bei unreinem Wasser sonst vorkommende Verstopfen der Kanäle, Sitzenbleiben der Ventile u. dgl. m. vermieden sind.

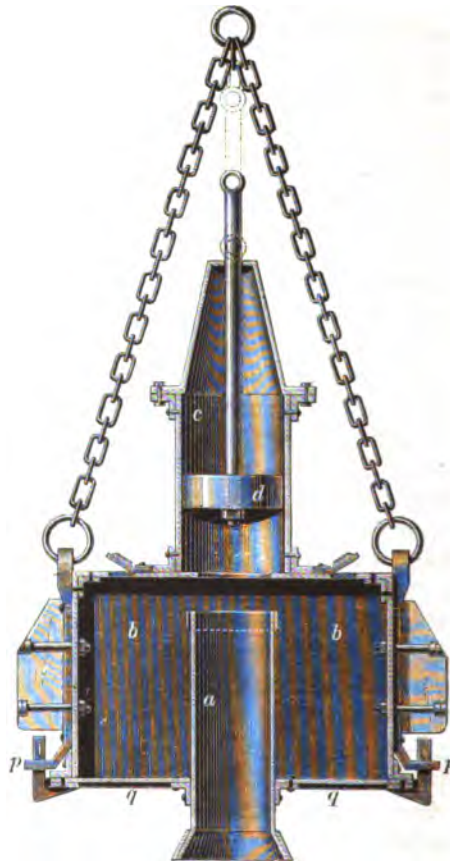
Hierher gehört auch die sogenannte Sandpumpe,[15]) welche zuerst im Jahre 1867 zur Senkung von ca. 22 Meter tiefer Brunnen Behufs Fundirung von Brückenpfeilern bei der Eisenbahn von Calcutta nach Delhi,

---

[15]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 19. B. S. 25. — Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure. Bd. 18. S. 209.

in neuerer Zeit in Berlin zur Niederbringung eines Brunnens bei den Wasserhebewerken benutzt wurde und dazu dient, sandige Wasser ohne grosse Schwierigkeiten, welche sonst das häufige Lidern gewöhnlicher Pumpen mit sich bringt, zu heben. Die Pumpe besteht nach Figur 497

Fig. 497.




wesentlich aus drei Theilen, nämlich dem Saugrohre a mit dem Boden q, dem Sandkasten bb und dem Kolbenrohr c mit dem Kolben d. Soll die Pumpe zur Anwendung gelangen, so muss der Brunnen in gewöhnlicher Weise so weit abgesenkt sein, dass ca. $1^1/_2$ Meter Wasser darin stehen; demnächst wird die Pumpe auf den Sandboden des Brunnens eingelassen, wobei die Kette, welche den ganzen Apparat trägt, schlaff hängt; dieselbe wird an ein Bein des über dem Brunnen stehenden Dreifusses befestigt. Der Kolben hängt in einer besonderen Kette und wird wie ein Rammbär durch Menschen aufwärts bewegt, wobei das Ansaugen der sandigen Wasser stattfindet; der Kolben, welcher aus Gusseisen gefertigt ist, sinkt vermöge

seiner Schwere zurück und lässt dabei durch die auf seine Oberfläche liegenden 12 Lederklappenventile die Wasser hindurchsteigen, während sich der Sand auf den Boden des Kastens ablagert. Es genügen 100 bis 150 Hübe, um den Kasten mit Sand zu füllen. Sobald dies geschehen ist, was man am Gange der Pumpe wahrnimmt, wird die Arbeit eingestellt, der Apparat mittelst einer Dampfwinde in die Höhe gezogen und auf einen Gestellwagen gestellt; demnächst werden die Haken p gelöst, wodurch der Boden frei wird, so dass der Kasten und das Kolbenrohr abgehoben werden können und der Boden mit dem Sandkörper auf dem Gestellwagen zurückbleibt. Derselbe wird beseitigt und ein zweiter Boden mit Saugrohr unter den Kasten geschoben und an demselben mittelst der Haken und Keile bei p befestigt, so dass das Einlassen und Arbeiten von Neuem beginnen kann. Im Sandboden von gewöhnlicher Beschaffenheit füllen die Arbeiter den Kasten in einer Stunde fünf bis sechs Mal. Bei dem Brunnen in Berlin wurden bei einem Durchmesser desselben von ($13^2/_3$ Fuss) 4,289 Meter binnen 10 Stunden (5 Schachtruthen) 22,259 Kubikmeter Sand gefördert, und binnen 17 Arbeitstagen wurde der Brunnen um (45 Fuss) 14,123 Meter gesenkt oder in einem Tage durchschnittlich ($2^2/_3$ Fuss) 0,837 Meter, wobei die Tiefe nicht wesentlich von Einfluss sein kann, wogegen der Untergrund, in welchen gesenkt wird, den Erfolg bestimmt; es soll sogar möglich sein, aus kiesigem Untergrunde Steine vom Durchmesser des Saugrohrs in den Kasten zu schaffen. Die Dimensionen des Apparets waren in Berlin: für das Saugrohr (9 Zoll) 0,235 Meter Durchmesser, (2 Fuss $5^1/_2$ Zoll) 0,772 Meter Länge, für den Kasten (3 Fuss) 0,942 Meter Durchmesser, (2 Fuss) 0,628 Meter Höhe, für das Kolbenrohr (12 Zoll) 0,314 Meter Durchmesser, (21 Zoll) 0,549 Meter Höhe mit (17 Zoll) 0,445 Meter Hub, die Höhe des Kolbens betrug (4 Zoll) 0,105 Meter.

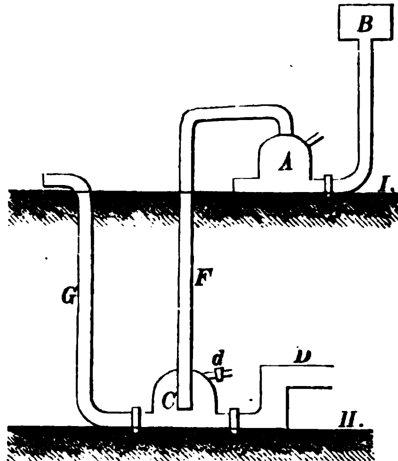
### *c.* Für grössere Höhen.

Seilmaschine. Zwei über einander liegende Rollen, von denen die untere in dem zu hebenden Wasser liegt, werden durch ein Seil oder Band aus Wolle oder Rosshaar, welches geeignet ist, viel Wasser anzusaugen, verbunden und in Bewegung gesetzt; durch Adhäsion nimmt das Band das Wasser auf und giebt es an der oberen Scheibe, wo auf das Band gedrückt wird, wieder ab. Die Leistung ist um so grösser, je mehr Oberfläche das Band darbietet und je rauher dieselbe ist, auch je schneller die Scheiben laufen. Bei (15 Fuss) 4,7 Meter Geschwindigkeit in der Secunde erlangte man 40 Procent Wirkung und hob das Wasser ($165^1/_4$ Fuss) 55 Meter hoch; nach Hall wurden aus einer Tiefe von (140 Fuss englisch) 42,671 Meter bei einer Geschwindigkeit von (1000 Fuss) 300 Meter in der Minute 75 Procent Wirkung erzielt.

Die Luft wirksam zu machen, ist auf verschiedene Weise versucht,

zuerst von Höll in der Luftmaschine,[16]) bei welcher das Wasser durch Compression gehoben wird. A in Fig. 498 ist ein Kessel auf einer oberen Sohle I, auf welcher das Wasser ablaufen kann, B ein Behälter für das Aufschlagewasser, C ein Kessel auf der unteren Sohle II, von welcher das

Fig. 498.




Wasser gehoben werden soll, D ein Gerinne, durch welches das Wasser zugeführt wird; jeder Kessel hat 3 Ventile oder Hähne. C wird zunächst mit Wasser gefüllt, wobei man die Hähne d und e geöffnet hat; demnächst lässt man Wasser aus dem Behälter B nach A treten, wodurch die Luft in F zusammengedrückt wird, dieser Druck setzt sich auf C fort und zwingt das Wasser durch G aufzusteigen und auszugiessen. Hierdurch füllt sich allmälig der Kessel C mit Luft, welche nun durch den Hahn d ausgedrückt wird, bis wieder von Neuem Wasser durch e in den Kessel C tritt. Die der Wirkung schädliche Reibung fällt hier ganz fort, aber das Oeffnen und Schliessen der Hähne verlangt eine Steuerung, welche Kraft absorbirt; die Wirkung ist auch abhängig von der Sohlenentfernung, d. h. von der Höhe der Ausgussröhre G.

Darwin hat dieselbe Maschine für jede Hebungshöhe eingerichtet, indem er mehrere Luftmaschinen combinirt, welche einander zuheben, so dass grosse Höhen in mehrere kleine getheilt werden.

Der Wirkungsgrad war höchstens $\frac{8}{11}$, bei grösserer Wasserhebungshöhe nur $\frac{4}{9}$.

Die pneumatische Maschine von Hagen wirkt durch Luftver-

---

16) Weisbach a. a. O. S. 977.

dünnung. Die Gefässe I, II, III, IV (Fig. 499) communiciren mit einander, sowie alle mit dem Behälter A. Während die Hähne E'' und E' geschlossen und E geöffnet sind, wird die Luft in A durch eine Maschine angesaugt und dadurch die Luft in IV verdünnt, so dass, sobald E geschlossen wird, das Wasser aus dem Sumpf bei D in IV tritt; demnächst wird die Luft in III verdünnt, so dass beim Oeffnen des Hahns E der äussere Luftdruck das Wasser nach III drückt. Von hier gelangt es in gleicher Weise nach II und endlich nach I zum Ausguss. Die Höhen werden durch Schwimmer und Fallbock regulirt.

Auf der letzten Ausstellung zu Paris war in der russischen Abtheilung eine auf ähnlichem Princip beruhende Pumpe von Zaroubine ausgestellt, welche ohne Kolben arbeitet.[17]) Dieselbe besteht aus einer Röhre, welche durch horizontale Scheidewände in luftdicht abgeschlossene Abtheilungen $K_1$ $K_2$ $K_3$ u. s. w. getheilt ist; Fig. 500. Die einzelnen Kam-

Fig. 499.

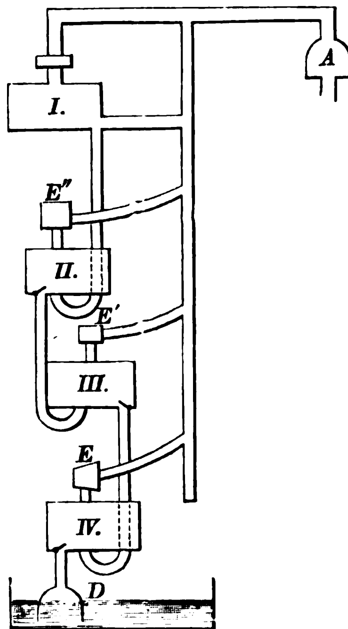
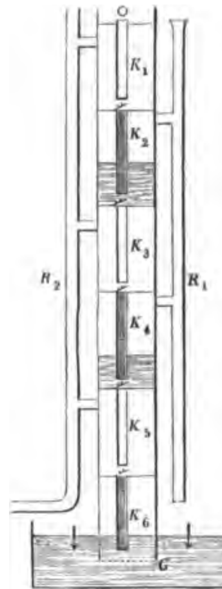



Fig. 500.




mern stehen durch kleine offene Röhren in Verbindung, welche unten nicht bis zur Scheidewand der folgenden Kammer reichen, oben mit einem Ventile versehen sind. Neben der Hauptröhre sind rechts und links zwei Blechröhren angebracht, von denen $R_1$ mit den Kammern gerader Zahl $K_2$ $K_4$ durch Querstücke verbunden ist, während $R_2$ in gleicher Weise mit den Kammern $K_1$ $K_3$ $K_5$ in Verbindung steht. Auf die Röhre $R_2$ wirkt

[17]) Berggeist. Köln 1867. S. 372. — Dingler polyt. Journal. Bd. 186. S. 362.

eine Luftpumpe. Wird diese in Bewegung gesetzt, so wird zuerst die Luft in $K_5$ evacuirt und in Folge dessen tritt durch den Druck der Atmosphäre das Wasser aus G durch die Röhre in $K_6$ in die Kammer $K_5$; demnächst wird die Luft in $K_5$ comprimirt, dadurch das Röhrenventil in $K_6$ geschlossen und in $K_5$ geöffnet, so dass das Wasser in die Kammer $K_4$ tritt. Dann wird die Luft aus $K_3$ ausgepumpt, das Wasser tritt in diese Kammer und beim Comprimiren der Luft in die Kammer $K_2$ u. s. f. bis dasselbe zum Ausfluss gelangt.

Die Maschine von Adcock beruht auf dem Princip, das Wasser fein zertheilt mit der Luft mechanisch fortzureissen. Ein communicirendes, an einem Ende geschlossenes Rohr trägt hier ein Wetterrad, am anderen Ende einen Schirm, während es mit dem Knie, welches mit Oeffnungen versehen ist, in dem zu hebenden Wasser steht. Wenn das Wetterrad in Bewegung gesetzt wird, so wird die Luft in dem communicirenden Rohr nach Unten getrieben, reisst durch die Oeffnungen Wasser an sich und beim Aufsteigen durch den anderen Rohrschenkel mit sich fort, wo dasselbe beim Anprallen an den Schirm wieder frei wird. Der Wirkungsgrad ist nur $^1/_{13}$ bei (4 Zoll) 0,105 Meter Ueberdruck.

Die Spiralpumpe, 1746 erfunden, häufig mit der archimedischen Schnecke verwechselt, besteht aus einem schlangenförmigen Rohr, welches auf einen Cylinder aufgewickelt ist; dasselbe liegt halb im Wasserkasten, aus welchem Wasser gehoben werden soll, und taucht mit dem einen Ende abwechselnd in das Wasser ein, während es an dem anderen durch eine Stopfbüchse mit einem Aufsteigerohr in Verbindung steht. Bei der Umdrehung tritt in die Mündung des Rohrs bald Luft, bald Wasser ein, das Wasser treibt die Luft in die folgende Windung des Rohrs und wird demnächst durch neu eintretende Luft weiter getrieben, bis Luft und Wasser im Steigerohr in die Höhe steigen. Die Hubhöhe kann man durch die Zahl der Windungen vermehren, auch wirken kegelförmig gebogene Rohre besser, als cylinderische, da der Luftbogen kleiner ist und der durch die Luft bewirkte Widerstand geringer ist. Eintretende Verstopfungen im Rohr sind sehr schwer zu heben, weil man in die Windungen nicht eindringen kann; man muss zu diesem Zweck einen biegsamen Stab anwenden.

Die Kapselpumpe von Pappenheim[18]) besteht in einem Gehäuse ähnlich der Anordnung bei dem Fabry'schen Ventilator, in welchem sich zwei Stirnräder von gleicher Form und Grösse befinden, deren Achsen mit dichtem Verschluss durch die Gehäusewand nach Aussen treten und hier mit zwei gleichen Stirnrädern versehen sind. Die Bewegung wird der Welle des einen äusseren Rades mitgetheilt und von diesem auf das andere und die beiden inneren Räder übertragen. Die Zähne der inneren Räder

[18]) Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1869. S. 120. — Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure. Bd. 14. S. 196.

berühren die halbcylinderischen Wände des Gehäuses und greifen ohne Spielraum in einander. Das Gehäuse ist mit einem Zuleitungs- und einem Ableitungskanal versehen; bei der Drehung der Räder fassen sie aus dem Zuleitungskanal so viel Wasser, als die Zahnlücken aufnehmen können, bewegen es dem Ableitungskanal zu und lassen es dort beim Oeffnen der Zähne fahren, ohne dass während der Drehung ein Verlust stattgefunden hätte. Der Gang dieser Pumpe wird also durch Ventilstörungen nicht behindert. Zum Heben von Wasser auf nicht zu grosse Höhen ist sie ganz gut geeignet.

Zur Hebung von Wassern auf mässige Höhen können auch die Centrifugal- oder Kreiselpumpen verwendet werden, welche zuerst in einer Construction von Gwynne auf der Industrieausstellung zu London im Jahre 1851 erschienen und seitdem vielfach verbessert sind. Grove[19]) giebt eine detaillirte Beschreibung und Berechnung für die Form und Stellung der Schaufeln und des Gehäuses auf der Grundlage, dass 0,1 Kubikmeter Wasser in der Secunde auf die Höhe von 6 Meter gehoben werden.

Die Rotationspumpe von Cooke[20]) beruht auf dem gleichen Princip, wie der oben S. 278 erwähnte Grubenventilator von Cooke. In einem cylinderischen Gehäuse bewegt sich eine kreiscylinderische Welle, welche excentrisch verlagert ist, also an der einen Seite des Gehäuses dauernd anschliesst und zu diesem Zweck mit einer Liderung versehen ist, indem in eine Nuth des Cylinders ein Messingstreifen eingelegt ist; ausserdem geht der Cylinder durch die Gehäusewandungen in Stopfbüchsen. Statt der Feder beim Ventilator dient hier bei der Pumpe ein oscillirender Cylinder, welcher eigenthümlich geformt ist, indem er auf der dem Arbeitscylinder abgekehrten Seite cylinderisch abgedreht, auf der zugekehrten Seite mit einem zahnförmigen Ansatz versehen ist, mit welchem er fortdauernd die Wandung des Arbeitscylinders streift und so den Abschluss herbeiführt; der cylinderische Theil dieses Kolbens ist gegen das Gehäuse, durch eine Hanfpackung in dessen Wandung abgelidert. Auch die Achse dieses Kolbens geht durch eine Stopfbüchse nach Aussen. Um einen gleichmässigen Wasserstrom zu erreichen, kuppelt Cooke zwei Pumpen so aneinander, dass sich die Arbeitskolben gegenseitig um 180 Grad voreilen.

## II. Wasserhebungsvorrichtungen beim eigentlichen Grubenbau.

### a. Dampfstrahlpumpe.

Hierher gehört die Dampfstrahlpumpe von Giffard,[21]) welche jetzt in grosser Ausdehnung als Speisepumpe für Dampfkessel, namentlich bei Locomotiven und Locomobilen angewendet wird, aber auch zur

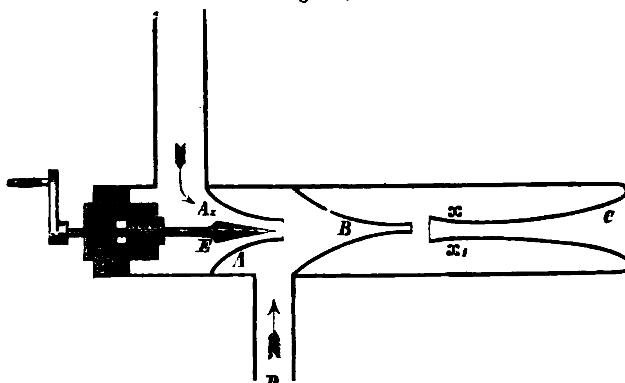
[19]) Polytechn. Centralblatt. Leipzig 1869. S. 1281. — Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure a. a. O. S. 196. 443.

[20]) Dingler polytechn. Journal. Bd. 197. S. 4.

[21]) Weisbach a. a. O. S. 1190.

Wasserhebung Benutzung gefunden hat, beim Bergbau besonders zur Beseitigung der Wasser aus Gesenkbauen und aus nicht zu tiefen Schachtabteufen.[22]) Ein solcher Injector wird unterirdisch in unmittelbarer Nähe der Wasseransammlung angebracht und erhält die Dampfzuführung aus einem über Tage stehenden Kessel; sobald die Wasseransaugung in Gang gesetzt ist, bleibt sie dies ungehindert, so lange überhaupt Wasser vorhanden ist, und der Apparat bedarf dabei keiner weiteren Beaufsichtigung und Bewartung. Gerade hierin liegt sein Vorzug zu seiner localen Anwendung. Die Construction dieses Apparats, wie er von Giffard angegeben und in Fig. 501 dargestellt ist, ist bekannt, dieselbe hat aber seitdem mannigfache Abänderungen und Verbesserungen erfahren,[23]) welche vor-

Fig. 501.




zugsweise auf Beseitigung des doppelten Mechanismus zum Reguliren der Stellungen für das Ansaugen und des Wasserzuflusses und deren excentrischen Lage, der Verbesserung des Dampfzuflusses und der innern Dichtung hinausliefen. Das Princip des Injectors ist folgendes: Bei $A_1$ strömt Dampf ein und geht nach dem Zurückziehen der Spindel E durch die Düse A, saugt von D Wasser an, welches den Dampfstrahl condensirt und sich mit dem condensirten Wasser mischt, um mit diesem durch die Düse B überzugehen und bei C auszutreten; durch die Condensation des Dampfes wird dem zutretenden Wasser der nöthige Ueberdruck verliehen, um mit grosser Geschwindigkeit durch die Düsen B und C hindurchtreten zu können. Die Form der drei Düsen ABC ist für die Wirkung des Injectors sehr wichtig und bei den verschiedenen Constructionen verschieden gestaltet. — Der Injector hat vielfach beim Bergbau Anwendung gefunden. Auf der Steinkohlengrube Iduna bei Bochum in Westfalen[24]) wurden die Wasser

[22]) Berg- u. hüttenm.-Zeitg. v. Bornemann u. Kerl. Freiberg 1862. S. 27; von Kerl und Wimmer. Leipzig 1864. S. 22. — Berggeist. 1868.

[23]) Rosenkranz: über Injectoren in Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure. Bd. 16. S. 109.

[24]) Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure. Berlin. Bd. 9. S. 236. — Hauchecorne: Versuche und Verbesserungen in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 17. B. S. 67.

aus einem tonnlägigen Schacht auf (64 Fuss) 20 Meter seigere Höhe gehoben; in der Minute betrug die Leistung (10 bis 12 Kubikfuss) 0,309 bis 0,371 Kubikmeter Wasser, welches dabei von 10 auf 25 Grad Celsius erwärmt wurde. Allerdings ist der Dampfverbrauch beträchtlich höher, als bei einer Dampfmaschine, indess empfiehlt sich doch bei derartigen vorübergehenden Zwecken die Benutzung des Apparats seiner geringen Kosten wegen, so wie wegen der leichten und nur wenig Raum beanspruchenden Aufstellung. — Auf der Steinkohlengrube Friedrichsthal[25]) wurden im Jahre 1864 auf einem Saarstollngegenortsschacht die in (8 Lachter) 16,739 Meter Tiefe zusitzenden Wasser durch einen Giffard'schen Apparat gehoben. Derselbe wurde unmittelbar über dem Wasserspiegel des Sumpfes befestigt und von einer über Tage stehenden Locomobile aus mit Dampf versehen, welcher durch ein ($1^1/_2$ Zoll) 39 Millimeter weites Rohr zugeführt wurde. Durchschnittlich wurden (0,7 bis 0,8 Kubikfuss) 0,022 bis 0,025 Kubikmeter Wasser in der Minute gehoben. Am wirksamsten zeigte sich der Apparat bei einem Dampfdrucke von ca. 30 Kilogramm, versagte aber den Dienst bei einem Dampfdruck von weniger als 2 Kilogramm auf den Quadratcentimeter. Auch hier wurde ein sehr hoher Dampfverbrauch, beziehungsweise Kohlenverbrauch constatirt, dennoch die Anlage für den vorliegenden Fall sehr empfohlen, wie es auch von anderen Punkten, wie z. B. von der Bleierzgrube Aachen bei Ruppichteroth[26]) der Fall ist. Auch in Oberschlesien wird der Apparat in neuester Zeit mit vielem Erfolge angewendet. So z. B. auf der Steinkohlengrube Gräfin Laura bei Königshütte wird der Injector zur Hebung der Wasser aus einer einfallend getriebenen Strecke benutzt.[27]) Ein (6 Zoll) 157 Millimeter weites Rohr führt den Dampf aus den über Tage stehenden Dampfkesseln durch den 63 Meter tiefen Schacht zu einer unterirdisch aufgestellten Dampfmaschine, welche einen Rittinger'schen Pumpensatz betreibt; von der Hauptdampfleitung zweigt sich im Schachttiefsten ein (2 Zoll) 52 Millimeter weites Dampfrohr ab, welches zum Injector führt und eine Länge von (112 Lachtern) 235 Meter hat, auf welchem Wege die über Tage 42 bis 43 Pfund betragende Dampfspannung etwa 10 bis 12 Pfund verliert. Die Länge der einfallenden Strecke, in welcher die Wasser durch ein (3 Zoll) 78 Millimeter weites Rohr gehoben wird, beträgt ca. (61 Lachter) 127 Meter und die Wasserhebungsteufe (14 Fuss) 4,394 Meter bei 11 Grad Einfallen der Strecke; man hebt in der Minute (3 Kubikfuss) 0,093 Kubikmeter Wasser. Obgleich auch hier ein hoher Dampfverbrauch constatirt ist, betrachtet man die Anwendung des Injectors auch deshalb sehr vortheilhaft, weil man mit ihm bei dem Vorrücken der Strecke dem

---

[25]) Hauchecorne a. a. O.

[26]) Der Berggeist. Köln 1868. S. 194.

[27]) Zeitschr. des oberschlesischen berg- u. hüttenm. Vereins. Beuthen 1871. S. 111. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1871. S. 347. — Dingler polyt. Journal. Bd. 202. S. 188.

Tiefsten folgen kann. Bei der Zunnahme der Wasser hat man bereits einen zweiten Apparat eingebaut.

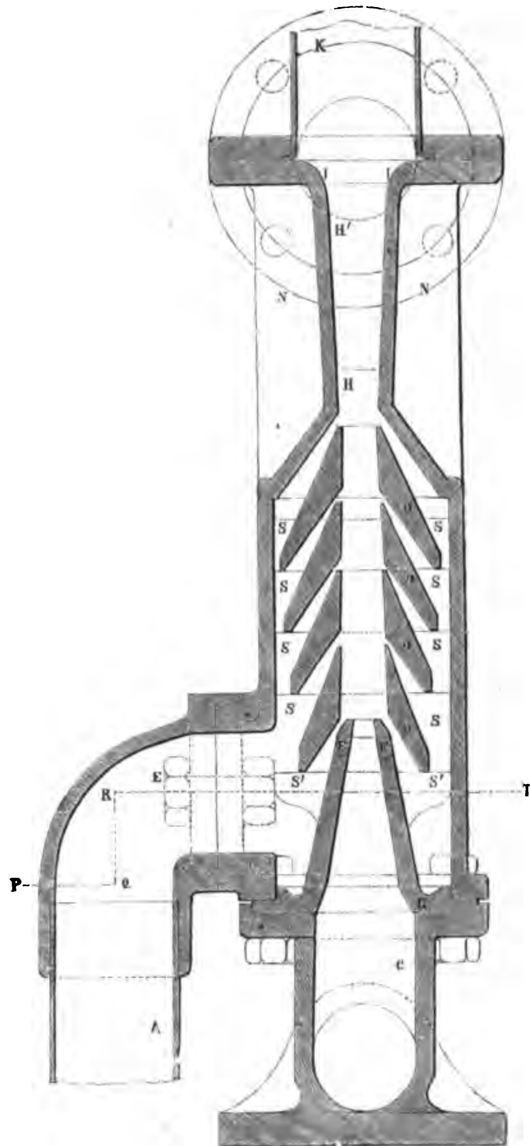
Auf gleichem Princip, wie die von Giffard, beruht die **Dampfpumpe von Friedmann.**[28]) Dieselbe ist in verschiedenen Dimensionen je nach den verschiedenen Zwecken construirt. Der Apparat besteht aus einem messingenen Cylinder B, Fig. 502, auf welchem ein Aufsatz HH′K zum Ausfluss des angesaugten Wassers und unter welchem Ansatzröhren C zum Eintritt des Dampfes in der Achse des Cylinders und A zum Eintritt des Wassers von der Seite her angebracht sind. Der Cylinder hat bei der Construction No. 4 einen äusseren Durchmesser von 110 Millimeter, einen inneren von 96 Millimeter und ist im Innern ausgebohrt. Innerhalb des Cylinders sind 4 kegelförmige Trichter D aus Bronze angebracht, welche einer in dem anderen stecken und zwischen sich einen ganz bestimmten Zwischenraum lassen. Jeder Kegel hat 4 Ohren S, welche zur Unterstützung des nächst oberen Trichters dienen. Alle 4 Trichter sind von verschiedenen Dimensionen: ihre Höhe ist, von unten nach oben gerechnet, 70 Millimeter, 67 Millimeter, 72 Millimeter und 79 Millimeter; die Grundfläche jedes Trichters ist geringer als der innere Durchmesser des Cylinders B, die des unteren hat einen um 26 Millimeter kleineren Durchmesser, nach Oben verringert sich die Differenz bei dem vierten Trichter auf 8 Millimeter, entsprechend der Verringerung des Volumens des eintretenden und nach und nach condensirten Dampfes. Der untere Theil der Trichter ist weiter, als der obere, da der freie Raum durch die Stege und durch die Mündung des unteren Trichters beschränkt wird, man also zum Eintritt des Dampfes mehr Raum schaffen muss, welcher nur einen ringförmigen Durchgang von $3\frac{1}{2}$ Millimeter Breite hat; der obere Theil der Trichter ist beinahe cylinderisch mit einer Neigung der inneren Flächen von $\frac{1}{10}$ bei einer Höhe von 39 Millimeter für den unteren, von 33 Millimeter für die drei oberen Trichter. In den untersten Trichter ragt die konische Röhre F, gleichfalls aus Bronze, durch welche der Dampf hinzutritt; sie hat eine Höhe von 94 Millimeter, unten 52 Millimeter, oben $17\frac{1}{4}$ Millimeter Durchmesser und lässt gegen die innere Wandung des untersten Trichters einen Zwischenraum von 5 Millimeter. Auch diese Röhre trägt Ohren S′, auf welche sich der unterste Trichter aufsetzt. Die metallene Röhre F ist mit der Zuführungsröhre C verbunden, durch welche der Dampf eintritt. Das Wasser wird durch die Röhre A und das Kniestück E zum Apparat angesaugt, es umspült die Röhre F und die Trichter D und tritt durch die Zwischenräume (Kiemen) zwischen die unteren und oberen Trichter in das Innere derselben, es bilden also diese die Mischungsdüse von Giffard. Da die Zutrittsöffnungen für das Wasser sich nach Oben verringern, so ist die nach Oben fortschreitende Condensation des Dampfes

---

[28]) Rosenkranz a. a. O. S. 116. — Bulletin de la société de l'industrie minérale. Paris. 2. Série. t. I. p. 539.

zweckmässig regulirt. Das angesaugte Wasser geht durch den Cylinder H in die sich nach Oben erweiternde und durch vier Rippen N verstärkte Röhre $H_1$ und steigt durch die Aufsatzröhre K in die Höhe. Die Höhe

Fig. 502.




des ganzen Apparats beträgt 0,533 Meter. Der wesentliche Unterschied gegen den Apparat von Giffard liegt in den mehrfachen Oeffnungen für

den Zutritt des Wassers zum Dampfe, wodurch eine vollkommenere Condensation des Dampfes und eine geringere Temperatur des austretenden Wassers hervorgerufen werden soll. In der That haben auf französischen Gruben angestellte vergleichende Versuche solches Resultat ergeben, wenn auch nicht in dem Maasse, wie es der Erfinder selbst angiebt; dadurch aber, dass das Wasser mit geringerer Temperatur austritt, ist auch der Verlust an Wärme, beziehungsweise der Dampf- und Kohlenverbrauch geringer. Nach dem Erfinder kann man mit seinem Apparat die Wasser auf eine Höhe heben:

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| bei | einem | Ueberdruck | von | 1 | Atmosphäre | auf | 8 | Meter |
| „ | „ | „ | „ | 2 | „ | „ | 15 | „ |
| „ | „ | „ | „ | 3 | „ | „ | 21 | „ |
| „ | „ | „ | „ | 4 | „ | „ | 26 | „ |
| „ | „ | „ | „ | 5 | „ | „ | 31 | „ |

und wenn man einen Apparat einem zweiten zuheben lässt, kann man die Hebungshöhe vergrössern auf beziehungsweise 15, 26, 36, 45 und 55 Meter. Der Apparat erfreut sich in Frankreich, namentlich auf den Gruben bei St. Etienne besonderer Aufnahme.

### *b.* Der Heber.

Der Heber ist eigentlich keine Hebemaschine, sondern dient nur dazu, die Wasser über eine Erhöhung nach einem tiefer gelegenen Punkte zu führen, wodurch sich seine Anwendung auf wenige Fälle beschränkt. Hierzu gehört z. B. beim Abteufen das Fortschaffen aus dem Vorgesümpfe in ein in der Schachtsohle befindliches und mit unteren Grubenbauen in Verbindung stehendes Bohrloch. In den Dachschieferbrüchen bei St. Goar am Rhein hat man Winkelheber aus Zinkblech, welche aus (3 bis 4 Fuss) ca. 1 Meter langen, (3 bis 4 Zoll) 78 bis 105 Millimeter weiten, aneinander geschraubten Stücken bestehen; mit demselben werden die Wasser aus einem Stolln über ein Berggehänge abwärts geführt.

Auf der Steinkohlengrube Freie Vogel und Unverhofft benutzte man den Heber zur Wasserlosung für ein (23 Fuss) 7,22 Meter unter den Querschlag niedersetzendes Muldenstück, wozu man (5 zöllige) 130 Millimeter weite gusseiserne Rohre benutzte, welche im Schachte im Ganzen (1110 Fuss) 348 Meter niedergingen; doch gelang es nicht, die Wasser vollständig zu beseitigen, man musste noch besondere Saugpumpen anwenden.

Eine ähnliche Anwendung hat der Heber beim Betriebe des Ernst-August Stollns in der Grube Bergwerkswohlfahrt bei Clausthal[29]) gefunden, wo man zur Inbetriebsetzung des Hebers oder bei Stillständen des natürlichen Abflusses eine Evacuationsmaschine anwendete.

[29]) Schell, Mittheilung über jene Heberanlage in Berg- u. hüttenm. Ztg. Freiberg 1858. S. 273. Freiberg 1860. S. 296. Freiberg 1861. S. 126. — Stahlschmidt, Bemerkungen hierzu: ebenda Freiberg 1858. S. 386. Freiberg 1860. S. 90.

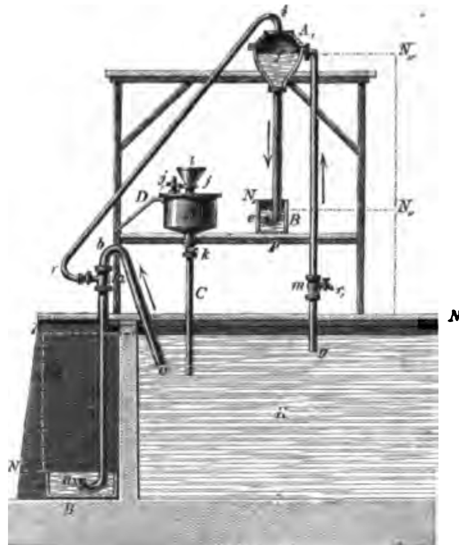
Mit Vortheil hat man sich einer solchen Hebervorrichtung auch auf der Grube Diepenlinchen bei Stolberg[30]) bedient.

Bei sehr vollkommenen Einrichtungen versieht man beide Enden mit Ventilen, welche man, ohne direct zu ihnen gelangen zu müssen, stellen kann, um einen continuirlichen Abfluss zu bewirken und leichter die erste Füllung des Hebers vornehmen zu können. Zum Zwecke des Füllens befindet sich an dem obersten Scheitel der Heberröhre ein verschliessbarer Einguss, welcher zu gleicher Zeit dazu dient, die sich gerade an der höchsten Stelle ansammelnde Luft von Zeit zu Zeit austreten zu lassen; beim Füllen beklopft man die Röhre mit Hämmern, damit die Luft keine Gelegenheit findet, sich anzusetzen.

Zur Beseitigung der Wirkung der mit dem Wasser eintretenden Luft hat man auf dem Saugschenkel wohl eine Luftpumpe angewendet, wie auf dem Schacht Romanus bei Freiberg, es ist diese Vorrichtung aber dann nicht von der eigentlichen Saugpumpe verschieden. Da die Luftansammlung die Wirkung des Hebers aufhebt, muss man jedenfalls für deren zeitweise Beseitigung Sorge tragen. Selbstredend muss man überall, vorzugsweise am oberen Theile, auf völlig luftdichte Verbindung der einzelnen Röhrenstücke Bedacht nehmen.

Die Heberpumpe von Lagillardaie[31]) besteht aus zwei Winkelhebern abc und efg (Fig. 503). Durch den Heber efg wird Flüssigkeit

Fig. 503.




[30]) Hasslacher in Zeitschrift f. B.- u. H.-Wesen Bd. 9. B. S. 182.

[31]) Dingler polytechn. Journal. Bd. 195. S. 32. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1870. S. 215.

von dem Niveau N auf das Niveau $N^2$ gehoben, zu welchem Zwecke durch den Hahn r′ in den Schenkel fg Luft in fein vertheiltem Zustande eingelassen wird. Dieselbe vermischt sich mit der Flüssigkeit und sondert sich von dieser erst wieder in dem Gefässe A′, dem Vertheiler (Distributeur) ab, um durch das Rohr ir ausgesaugt zu werden, während die Flüssigkeit in dem Schenkel fl abwärts läuft, wodurch ein Nachströmen des specifisch leichteren Gemisches von Flüssigkeit und Luft bewirkt wird. Das bei r′ einströmende Luftquantum muss so regulirt werden, dass das Product aus dem specifischen Gewichte des Gemisches in die Höhe $NN^3$ kleiner ist als das aus dem specifischen Gewichte der Flüssigkeit in die Höhe $N^2N^3$. Der ganze Vorgang ist durch die Aussaugung der im Gefässe A′ sich ausscheidenden Luft bedingt, so wie dadurch, dass die Spannung derselben um einen der Flüssigkeitssäule fe ($N^2N^3$) entsprechenden hydrostatischen Druck kleiner ist, als jener der äusseren Atmosphäre. Hierzu dient der Heber abc, dessen oberes Ende mit dem Luftraum des Vertheilers A′ durch das Rohr ir verbunden ist; die eingesaugte Luft vermischt sich mit der abwärts strömenden Flüssigkeit und tritt bei a durch das Unterwasser ins Freie. Um den Zutritt der Luft in möglichst fein vertheiltem Zustande zu bewirken, tritt dieselbe bei r und r′ nicht direct in die Röhren, sondern es ist in dieselben ein mit einem Mantel umgebener, durchlöcherter Rohrstutzen m eingeschaltet, welcher die Bildung grösserer Luftblasen verhindert. Zum Anlassen des Apparats dient das Gefäss A (Amorceur), welcher durch das Rohr C mit dem Oberwasser R und durch das Rohr D mit dem Heber abc verbunden ist. Beim Anlassen müssen alle Hähne geschlossen sein. Demnächst öffnet man die Hähne j und j′, füllt das Gefäss A mittelst des Trichters l mit Wasser, schliesst jene beiden Hähne wieder und öffnet den Hahn k zur Verbindung des Gefässes A mit dem Oberwasser. Indem sich der Amorceur theilweise entleert, wird eine Luftverdünnung in demselben und in dem Heber abc und dadurch dessen Füllung und Inbetriebsetzung bewirkt, wodurch die theilweise Füllung des Amorceur wieder veranlasst wird. Demnächst öffnet man den Hahn r; die im Vertheiler A′ befindliche Luft wird durch das Rohr ir ausgesaugt, die Arme des Hebers efg füllen sich theilweise, worauf derselbe durch Oeffnen des Hahnes r′ in Betrieb gesetzt wird.

*c.* Fördern des Wassers mit Gefässen oder Wasserziehen.

Zum Wasserziehen ist jede Maschine, so wie jede Kraft brauchbar. Sehr verschieden ist die Art der Gefässe, statt deren man auch wohl Schläuche und Säcke aus Ochsenhäuten mit nach Innen gekehrten Haaren früher häufig anwendete. Gewöhnlich benutzt man die Fördertonne oder am besten besonders dazu construirte, geschlossene Wasserkasten aus Holz oder Eisen, welche dann am Boden mit Ventilen versehen sind; die Fördertonnen müssen so tief gesenkt werden, dass das Wasser über ihren Rand einlaufen kann, bei den Wasserkasten dringt das Wasser von Unten durch

das Bodenventil ein. Das Entleeren über Tage erfolgt bei den Fördertonnen, indem man sie mittelst Stürzvorrichtungen umkippt, bei den Wasserkasten wird das Ventil mittelst Ketten aufgezogen oder, wenn das Ventil mit einem Stiel versehen ist, durch Aufsetzen des Kastens, wodurch das Ventil sich in die Höhe hebt.

In tonnlägigen Schächten gibt man den Wasserkasten Walzen oder Räder, oder setzt auch wohl Wassertonnen oder Wasserkannen, mit welchen das Wasser geschöpft ist, auf Rädergestelle.

Diese Methode der Wassersümpfung ist nur bei geringen Wasserquantitäten und mässigen Tiefen in der Regel anwendbar, obwohl dieselbe zur Unterstützung der regelmässigen Wasserhaltung auch bei grösseren Tiefen mit bedeutenderen Wasserzuflüssen zur Anwendung gelangt; dient dieselbe als definitive Wasserhaltung, so ist es zweckmässig, unten im Schachte einen Sumpf zu bilden oder seitwärts ein Reservoir, aus welchem die Füllung der Gefässe stattfindet.

Das Verfahren empfiehlt sich, wenn es den sonst gegebenen Voraussetzungen entspricht, dadurch besonders, dass die Beschaffenheit der Wasser ganz einflusslos ist, während saure Wasser bei den sogleich zu behandelnden Pumpen die störendsten Einwirkungen ausüben können.

Beim Abteufen eines Schachtes der Steinkohlengrube Anna bei Aachen[32]) wollte man den Schacht nicht durch den Einbau von Pumpen verengen und erst nach Vollendung des Abteufens den definitiven Pumpeneinbau bewirken, man setzte deshalb eine Wasserförderung mit der Bergeförderung in unmittelbare Verbindung. An dem Förderseil hing eine Wassertonne, welche an den Schachtstössen gleitete; das Förderseil ging durch den Boden der Tonne hindurch und trug an seinem Ende den Kübel zur Aufnahme der Berge; Wassertonne und Kübel wurden also zugleich auf und abwärts bewegt. Im Schachttiefsten befand sich eine Saugpumpe, deren Kolben an einem Seile hing, welches über Tage auf der Welle der Fördermaschine aufgewickelt war und von dieser in Bewegung gesetzt wurde; während die Gefässe im Schachte in Bewegung waren, war auch die Pumpe im Gange und goss in einen unmittelbar unterhalb der oberen Mündung der Pumpe befindlichen Holzkasten aus. Unterhalb dieses Holzkastens befanden sich im Fördertrum zwei Holzstege, auf welche sich die Wassertonne aufsetzte, während der Förderkübel bis zur Schachtsohle weiter abwärts ging. Der Wasserkasten war mit Hahn und Schlauch versehen, so dass die Tonne leicht gefüllt werden konnte; sobald dieses geschehen, begann das Heraufziehen beider Gefässe, indem zunächst das Bergekübel aufgezogen und von diesem, indem es unter den Boden der Wassertonne griff, die letztere mit aufwärts genommen wurde. Auf der Hängebank wurden mittelst Hebelwerk zwei Wasserrinnen unter die Tonne gebracht, die in deren Boden befindlichen Ventile durch Bolzen, die an den Rinnen angebracht waren,

---

[32]) Hauchecorne a. a. O. S. 66.

aufgestossen und so das Entleeren bewirkt. Demnächst wurden die Gerinne wieder bei Seite geschoben, so dass die Ventile sich schlossen und das Einlassen wieder vor sich gehen konnte. Die Saugpumpen und das Wasserreservoir konnten bei der Vertiefung des Schachtes nach Bedürfniss gesenkt werden. An der Wassertonne befand sich eine Fangvorrichtung, um dieselbe beim Brechen des Seils festzuhalten.

### *d.* Kettenkünste.

Die Kettenkünste werden beim Bergbau jetzt kaum noch angewendet, sie sind aber von historischem Interesse, sie waren schon den Alten beim Wasserziehen aus Brunnen und Cisternen bekannt, wie bei Vitruv erwähnt wird.

Die Kettenkünste oder Paternosterwerke[33]) bestehen aus einer Kette ohne Ende, welche in bestimmten Abständen Gefässe trägt; dieselben füllen sich unten mit Wasser und giessen oben aus; es sind dies die s. g. Eimerkünste.

Eine andere Einrichtung besteht darin, dass ein Seil ohne Ende in eine Röhre geführt und das Seil in bestimmten Zwischenräumen mit Kugeln oder Scheiben versehen ist, welche das Wasser in der Röhre in die Höhe heben; dies ist die ältere Art der Paternosterwerke unter dem Namen von Heinzenkünsten und findet sich noch jetzt ähnlich bei den Kettenpumpen auf Schiffen.

Bei den Eimerkünsten hat man meistentheils Laschenketten zum Einhängen der Gefässe, wie man sie jetzt noch in Sinkwerken findet, wo man lederne Gefässe zum Heben der Soole benutzt, während man sonst blecherne anwendet. Die Scheibe, über welche die Kette geführt wird, erhält Stege, auf welche sich die Kettenglieder auflegen, oder sie wird als Vieleck construirt, damit ein Rutschen der Kette nicht stattfindet. Die Leistung steigt mit der Förderungshöhe bis 70 Procent, bleibt aber gewöhnlich nur bei 48 Procent; nach Morin hebt ein Pferd, welches die Scheibe in Bewegung zu setzen hat, täglich 671000 Kubikmeter, mit der Maximalgeschwindigkeit von 1,5 Meter in der Secunde. Von der rechnungsmässigen Wassermenge wird etwa der sechste Theil durch Schwankungen der Gefässe vergossen, doch beziehen sich die angegebenen Zahlen auf die wirklich zum Ausguss gelangenden Wassermengen.

Die Heinzenkünste, auch Scheibenkünste, Ballenkünste, Püschelkünste, Schaufelkünste, Paternosterwerke, Rosenkranzkünste genannt, bestehen entweder aus an einander gereihten Kugeln, welche von Rosshaaren gebildet und mit Leder überzogen sind, oder neuerdings aus Lederscheiben, welche auf Eisenringen aufliegen, also vollständige Scheibenkolben bilden; Valadon-Thénaud schlägt Scheiben von vulkanisirtem Kautschuck vor. Je weiter die Scheiben von einander abstehen, desto mehr Wasser lassen sie wieder

---

[33]) Weisbach a. a. O. S. 799.

fallen; die Alten machten die Abstände je zweier Scheiben 5 bis 6mal so gross, wie den Durchmesser der Röhre, in welcher jene aufzusteigen haben; bei eisernen gut ausgedrehten Röhren nimmt man eine Entfernung der Scheiben gleich dem einfachen oder anderthalbfachen Röhrendurchmesser. Nach Belgrad ist es zweckmässig zur Verminderung der Reibung, dem oberen Theil des Rohrs einen grösseren Durchmesser zu geben. Die Geschwindigkeit beträgt $1^1/_2$ bis 2 Meter in der Secunde, der Wirkungsgrad durchschnittlich 66 Procent; nach Navier ist die tägliche Leistung eines Mannes 115000 Kubikmeter.

Bastier[34]) hat derartige Kettenpumpen mehrfach ausgeführt und behauptet einen Nutzeffect von 90 bis 92 Procent, während sie nur 75 Procent des Preises der gewöhnlichen Pumpen kosten. Nach den Mittheilungen wurde die erste zu Cricklewood über Tage aufgestellt und arbeitete 4 Jahre lang ohne irgend welche Reparatur, 2 Mann heben mit Leichtigkeit (40 Gallons) 0,2 Kubikmeter in der Minute.

Auf der Grube Wheal Concord in Devonshire hebt eine solche Pumpe, deren Röhren ($4^3/_4$ Zoll) 12 Centimeter im Durchmesser hat, und welche durch ein Wasserrad von 15 bis 16 Pferdekräften betrieben wird, (300 Gallons) 1,5 Kubikmeter aus (78 Yards) 71 Meter in der Minute; bei Benutzung einer Dampfmaschine von 24 Pferdekräften wurden (250 bis 300 Gallons) 1,25 bis 1,5 Kubikmeter Wasser aus (115 Yards) 105 Meter Tiefe gehoben, wobei angeblich mehr geleistet wird, als mit einer (15 zölligen) 39 Centimeter weiten Pumpe. Zwei andere derartige Pumpen sind in den Docks von Birkenhead aufgestellt und sollen bei mässigen Preisen gleich günstige Resultate aufweisen.

Schaufelkünste sind ähnliche Paternosterwerke in einem liegenden Gerinne, welches in zwei Abtheilungen getheilt ist, in der unteren geht die Kette aufwärts, in der oberen abwärts; die Scheiben sind aus rechteckigen (10 bis 14 Zoll) 26 bis 36 Centimeter breiten, (5 bis 6 Zoll) 13 bis 15 Centimeter hohen Brettern gebildet, welche (7 bis 8 Zoll) 18 bis 21 Centimeter von einander abstehen. Die Neigung des Gerinnes soll nach Langsdorf 37 Grad 38 Minuten, nach Wiebeking 48 Grad 18 Minuten, nach Perronet 31 Grad betragen. Der Wirkungsgrad beschränkt sich auf 40 Procent, und ein Mann leistet täglich nur 68000 Kubikmeter, nach nach Anderen 89000 Kubikmeter.

Auf Braunkohlengruben findet sich die s. g. Schwammmaschine, welche ähnlich construirt ist, wie die Scheibenmaschinen, aber statt der Kugeln oder Scheiben Schwämme zum Heben des Wassers benutzt.

### e. Wasserhebung durch unmittelbaren Dampfdruck.

Für den Tagebau einer Braunkohlengrube in der Nähe von Wiener-Neustadt ist von Rittinger ein Wasserhebungsapparat vorgeschlagen und

---

34) The Mining Journal 1861. p. 171. 175. — Ebenda 1862. pag. 99.

in Anwendung gesetzt, mit welchem Wasser durch unmittelbaren Dampfdruck gehoben wird und welcher in ähnlicher Construction in Zuckerfabriken zum Heben des Zuckersaftes dient und dort Montejus genannt wird.[35]) Derselbe besteht in dem gegebenen Falle aus einem Blechcylinder von 3,161 Meter Höhe und 0,948 Meter Durchmesser, welcher für eine Dampfspannung von 4 Atmosphären hergestellt ist. Derselbe wurde zunächst zum Abteufen eines Schachtes, welcher eine Tiefe von 18,960 Meter erhalten sollte, benutzt. Er ruht auf Traghölzern, welche auf Einstrichen verlagert sind. Der Cylinder steht am untersten Ende durch ein Querrohr mit einem 632 Millimeter weiten, 1,264 Meter hohen Ventilcylinder in Verbindung, in welchem oben und unten je ein nach Oben sich öffnendes Ventil angebracht ist. An den Ventilcylinder schliesst sich unten das Saugrohr, oben das Steigrohr an. Am Kopfe des Hauptcylinders sind drei mit Stellschrauben sich öffnende Ventile angebracht; durch eines derselben wird aus den über Tage befindlichen Dampfkesseln Dampf eingelassen, welcher durch das zweite Ventil wieder austreten kann, während das dritte Ventil dazu dient, Wasser in den Cylinder einzuspritzen. Beim Anlassen des Apparats füllt man das Steigrohr zum Theil mit Wasser und lässt bei geöffnetem Dampfausblaseventil Dampf in den Cylinder treten, wodurch die Luft ausgetrieben wird und beide Cylinder mit Dampf gefüllt werden. Hierauf werden beide Dampfventile geschlossen und durch Einspritzen von Wasser die Dämpfe condensirt; hierdurch wird ein luftleerer Raum in den Cylindern hergestellt und beim Oeffnen des Saugventils durch den äussern Luftdruck das Ansaugen des Wassers in den Cylindern bewirkt, bis sich dieselben mit Wasser gefüllt haben. Demnächst wird das Einspritzventil geschlossen, das Dampfzulassventil geöffnet und durch den Dampfdruck das Wasser durch das nun geöffnete Steigeventil in das Steigrohr und zu Tage gedrückt. Sobald das Wasser verdrängt ist, schliesst man das Dampfzulassventil und öffnet das Dampfablassventil, um dem gespannten Dampf den Austritt zu gestatten, bis die Cylinder mit Dampf von atmosphärischer Spannung erfüllt sind. Demnächst schliesst man das Ablassventil und lässt das Spiel von Neuem beginnen. Zur Erkennung des Wasserstandes im Cylinder befindet sich ein Schwimmer im Hauptcylinder, dessen Stange durch eine Stopfbüchse im Deckel des Cylinders hindurchgeführt ist. Ueber dem 1,264 Meter langen kupfernen Saugrohr befindet sich ein zweites aus Eisenblech, welches perspectivartig ausgezogen werden kann, um das Saugrohr verlängern zu können; ausserdem schaltet man Röhren von 0,948 Meter Länge in das Saugrohr ein, bis zu einer Gesammthöhe des Saugrohrs von 7,568 Meter; sobald diese erreicht ist, wird der ganze Apparat um 2,845 Meter gesenkt und eben so viel das Steigrohr verlängert. Zur Wartung des Apparats ist ein Mann erforderlich.

[35]) Wasserhebung mit unmittelbarem Dampfdruck in österr. Zeitschr. für B.- u. H.-Wesen. Wien 1870. S. 249. — Glückauf. Essen 1870. No. 37. — Zeitschrift des Vereins deutsch. Ingenieure. Bd. 15. S. 354.

welcher die Ventile öffnet und schliesst. Bei einem Spiele liefert der Apparat 1,892 Kubikmeter (60 österr. Kubikfuss) Wasser, und da er bequem 3 Spiele in der Minute machen kann, so kann er in der Minute 5,676 Kubikmeter Wasser (180 österr. Kubikfuss) wältigen; da man aber grössere Pausen machen kann, so ist der Apparat auch für geringere Wassermengen geeignet. Bei einem Dampfdruck von 4 Atmosphären im Dampfkessel kann man die Hubhöhe des Apparats auf (20 Klafter) 37,940 Meter steigern. Der Apparat ist für die Bewältigung von Wassern aus geringer Tiefe nicht ohne Bedeutung. Er wird auch beispielsweise bei Rappitz im Kladnower Kohlenrevier benutzt und war auch für die Bewältigung des Wasserdurchbruchs auf dem Steinsalzbergwerk zu Wieliczka mit grösseren Dimensionen in Vorschlag gebracht worden, gelangte aber dort nicht zur Anwendung, weil seine Herstellung nicht schnell genug erfolgen konnte.

### *f.* Pumpen.[36])

Pumpe ist der allgemeine Ausdruck für Maschinen, bei welchen die Hebung der Flüssigkeit mit Hilfe eines Kolbens innerhalb eines Rohres erfolgt.

Man unterscheidet einfach wirkende und doppelt wirkende Pumpen; bei den ersteren erfolgt der Ausguss des Wassers nur bei Zurücklegung des einseitigen Weges des Kolbens, bei den anderen bei der Bewegung des Kolbens nach beiden Richtungen, im ersten Falle findet also ein stossweiser, im anderen ein continuirlicher Ausfluss statt.

Als wesentliche Theile hat man bei den Pumpen hervorzuheben: die arbeitenden Theile, nämlich den Pumpencylinder (Pumpenstiefel oder Kolbenrohr) mit dem Kolben, die Saugröhren, die Steigröhren und die Ventile. Je nach der Einmündung der Steigröhren in das Kolbenrohr hat man verschiedenartige Pumpen: Hubpumpen, bei welchen das Steigrohr über dem Kolben einmündet, also das Wasser durch den Kolben bei dessen Aufgang gehoben wird, Druckpumpen, bei welchen umgekehrt das Steigrohr unter dem Kolben mündet nnd durch diesen das Wasser fortgedrückt wird; ist gar keine oder nur eine sehr kurze Steigröhre vorhanden, so hat man die Saugpumpe, mit welcher dann bei Bergwerksanlagen in der Regel die Hubpumpe in Verbindung gebracht wird. Ein wesentlicher Unterschied zwischen der Saug- und Druckpumpe besteht darin, dass die Saugpumpe einen hohlen mit Klappen versehenen Kolben, die Druckpumpe einen völlig geschlossenen Kolben hat, ferner darin, dass die Saugpumpe saugt, während das Wasser ausgegossen wird, die Druckpumpe abwechselnd saugt und ausgiesst; die Saugpumpe hat als Durchlässe ein Saugventil und den mit Klappen versehenen Kolben, die Druckpumpe ein Saug- und ein Steigventil. In der Regel wirkt die Saugpumpe ausgiessend beim Anheben, die Druckpumpe beim Niedergehen, was aber nicht

[36]) Weisbach a. a. O. S. 844. — G. Hoelder: Fortschritte in der Construction der Pumpen. Weimar 1867.

nothwendig ist, da auch Druckpumpen beim Anheben ausgiessend construirt werden, welche von Ponson fälschlich zu den Hubpumpen gezählt sind. Bei den Druckpumpen unterscheidet man noch solche, bei welchen der Kolben dicht an die Wandung des Pumpenstiefels anschliesst und solche, bei denen dies nicht der Fall ist, die letzteren Kolben nennt man Taucherkolben (Mönchskolben, Plunger).

Die Hubpumpe steht in der Regel mit der Saugpumpe in Verbindung, man hat sie aber auch mit der Druckpumpe combinirt und dadurch den continuirlichen Ausfluss, die doppeltwirkende Pumpe hergestellt, welche bisher nur selten beim Bergbau angewendet wurde, aber in neuerer Zeit auch in Westfalen und Oberschlesien Aufnahme findet, während man sich ihrer in Oesterreich schon früher bediente; hierher gehören auch die Mönchskolben-, Hub- und Druckpumpe von Rittinger und die Perspectivpumpe von Althans.

In der Pumpeneinrichtung hat man niedrige und hohe Sätze zu unterscheiden; bei Druckpumpen finden sich stets hohe Sätze angewendet, sie werden auch auf Erzgruben mehr und mehr herrschend, während sie auf Steinkohlengruben fast ausschliesslich gebraucht werden.

### 1. Saug- und Hubpumpe.

Die Saug- und Hubpumpe besteht aus dem Saugrohr, dem Ventilkasten (Ventilstück) mit dem Saugventil, und dem Kolbenrohr mit dem Kolben; hierzu treten bei hohen Sätzen, also bei der eigentlichen Hubpumpe der Liderkasten, die Aufsatz- oder Steigeröhren und bei niedrigen, wie hohen Sätzen die Ausgussstücke; statt Ventil- und Liderkasten findet sich wohl der Ausdruck Ventil- und Liderkammer.

Im Allgemeinen haben alle genannten Stücke ein und dieselbe Achse, doch kommt es auch vor, dass das Saugrohr gebogen ist, sei es um aus einem seitwärts des Schachtes befindlichen Reservoir (Sumpf) zu saugen, sei es um zu vermeiden, dass die Pumpe direct auf der Sohle des Schachtes aufsteht, wo man dann nur den Ventilkasten auf ein Lager aufsitzen lässt. Sehr selten findet sich eine Abweichung von der Achse in den Steigröhren, indem man dann dieselben seitwärts vom Kolbenrohr abgehen lässt, wo das Kolbenrohr mit einem besonderen Deckel verschlossen und in diesem eine Stopfbüchse für die Kolbenstange angebracht sein muss.

#### *aa.* Das Kolbenrohr.

Die Kolbenrohre bestehen jetzt überwiegend, auch bei niedrigen Sätzen, aus Gusseisen und werden im Innern ausgebohrt, was zur Erreichung eines dichten Schliessens des Kolbens unerlässlich ist. Von anderer Seite wird zwar behauptet, dass es besser sei, die harte Gusshaut zu belassen, weil ausgebohrte Röhren sich leichter ausschleifen und auch bei gutem Kernguss genügende Glätte erreicht werde, doch scheinen diese Behauptungen nicht begründet. Aus ähnlichen Ursachen hat man zum Guss

weisses Roheisen empfohlen, namentlich beim Vorhandensein saurer Wasser, doch ist hier ein guter glatter Guss sehr schwierig.

Bei geringem Durchmesser und nicht grosser Druckhöhe giesst man die Kolbenrohre aussen glatt, in den meisten Fällen aber stellt man sie mit Verstärkungsringen her; immer gibt man ihnen an beiden Enden vorspringende Kränze, nöthigenfalls mit Verstärkungsrippen, um sie mit den übrigen Theilen der Pumpe verbinden zu können.

Die Länge des Kolbenrohrs darf nicht viel grösser, als der Hub sein, weil sich das Rohr auf dem Kolbenwege immerhin nach und nach ausschleift und in dem nicht vom Kolben berührten Theile sich Rost ansetzt, wodurch das Herausziehen des Kolbens Behufs der Liderung behindert wird.

Zum Schutz der Kolbenrohre gegen saure und salzige Wasser werden verschiedene Mittel angewendet. Bei sauren Wassern findet man hölzerne Kolbenrohre, welche sonst nur noch bei Handpumpen vorkommen; am besten wählt man hierzu Ahorn, auch wohl Eichen oder Buchen. Man legt die Röhre eine Zeit lang in einen feuchtwarmen Keller, wo eine Art Zersetzung stattfindet, welche sich durch Schimmel an der Oberfläche kundgiebt, dann putzt man sie ab und bewahrt sie bis zum Gebrauch an einem feuchtkalten Ort auf, wodurch man erreicht, dass sich während des Betriebes durch die Bewegung des Kolbens keine Spähne abziehen. Man findet auch wohl luttenförmige, viereckige Rohre aus vier hölzernen Pfosten zusammengesetzt; man trichtert die Lutte oben aus, um den Kolben leichter ein- und ausbringen zu können.

In England füttert man die eisernen Kolbenrohre (auch die Steigröhren) mit Dauben aus Tannenholz von 0,015 Meter Dicke und 0,05 bis 0,08 Meter Breite aus; die beiden letzten Dauben sind keilförmig bearbeitet und werden von entgegengesetzten Seiten eingetrieben.

Zu Huelgoat hat Juncker in sämmtliche eiserne Röhren eine Auflösung von gekochtem Leinöl mit Bleiglätte unter starkem Druck eingetrieben; nach Combes soll ein solches Rohr nach 3 Jahren noch keine Spuren der Anfressung gezeigt haben; man kam darauf, indem man das Fallenlassen von Wasser durch die Poren des Gusseisens verhindern wollte, was auch vollständig gelungen ist. — Auf der Königsgrube in Oberschlesien hat man in neuerer Zeit Kolben- und Aufsatzrohre auf der äusseren und inneren Seite zum Schutze gegen saure Wasser mit Bernsteinlack bestrichen.

Auch hat man zum Schutze der eisernen Kolbenrohre in Schlesien wohl Kupferhülsen von ($^3/_{16}$ Zoll) 5 Millimeter Stärke angewendet; den Raum zwischen Rohr und Hülse hat man oben und unten mit Zinn, unten ausserdem mit Pech ausgegossen. Diese Einrichtung hat sich auch zu Stassfurt bei salzigen Wassern bewährt, wo man ein (8 Zoll) 21 Centimeter weites Rohr durch das Futter auf ($7^3/_4$ Zoll) $20^1/_4$ Centimeter verengte.

Am Besten, aber auch am Kostspieligsten ist in solchem Falle das Kolbenrohr aus Geschützmetall oder Bronce zu fertigen, so wie zum

Heben von Soole überhaupt Rohre von Rothkupfer am zweckmässigsten sind, obwohl sie wegen ihres hohen Preises nicht häufig zur Anwendung kommen; neuerdings bedient man sich hierzu mit Vortheil der gezogenen Messingrohre, wie bei Locomotiven, was jedoch nur für kleine Pumpen statthaft ist. Auf der Königsgrube in Oberschlesien hat man das Kolbenrohr, so wie Plungerkolben und Ventilkasten bei einem neuen 167 Meter hohen Satz zum Schutze gegen saure Wasser ganz aus Metall hergestellt.

Man hat zum Armiren gusseiserner Rohre in Ungarn statt des Kupfers auch Zink gewählt, was sich indess nicht bewährt hat.

### *bb.* Das Saugrohr.

Das Saugrohr (Ansteckrohr, Kielstück) ist bei niedrigen Sätzen aus Holz, welches zur grösseren Haltbarkeit mit eisernen Ringen, etwa in Entfernungen von je 1,33 Meter gebunden wird; die hölzernen Röhren halten jedoch nicht ganz luftdicht, weil das Holz durchlässt. Die einzelnen Röhren werden durch Einschnäuzen, Fig. 504, verbunden, wobei man den Wechsel mittelst Hanf dichtet und ausserdem noch Letten darüber streicht; durch Vorhalten eines Lichtes kann man sich überzeugen, ob die Dichtung luftdicht erfolgt ist. Die Sicherung der Verbindung durch Einschlagen von Klammern wie b, ist nicht zu empfehlen, weil dadurch das Holz im Innern beschädigt wird und Undichtigkeiten entstehen. Wenn unreine Wasser zu heben sind, so bringt man unten am Saugrohr durchlöchertes Eisenblech an, wodurch die gröberen Verunreinigungen abgehalten werden.

Bei hohen Pumpensätzen wird auch das Saugrohr aus Gusseisen gefertigt und unten mit einem Saugkorb versehen, welcher gewölbt, Fig. 505, ist, wenn die Pumpe frei hängt, cylinderisch, Fig. 506, wenn sie aufsteht;

Fig. 504.

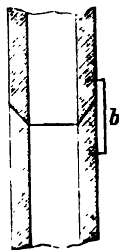



Fig. 505.

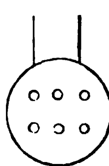
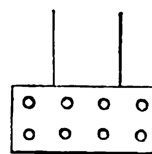


Fig. 506.



gern giebt man dem Saugkorb einen grösseren Durchmesser, als dem Rohr, damit man die Summe der Oeffnungen im Korbe dem Querschnitt des Saugrohrs annähernd gleich machen kann; bei Abteufungspumpen setzt man das Saugrohr ausserdem wohl noch in einen geflochtenen Korb.

Das Saugrohr bekommt in der Regel einen geringeren Durchmesser, als das Kolbenrohr, damit das Wasser rasch aufsteigt; wenn der Motor ein Wasserrad ist, so giebt man dem hölzernen Saugrohr $^2/_5$ des Durchmessers

vom Kolbenrohr, dem eisernen $^1/_2$, bei schnellgehenden Wassersäulenmaschinen den letzteren $^3/_5$, bei Dampfmaschinen $^3/_4$.

Die Länge des Saugrohrs lässt man bei hohen Pumpensätzen nicht viel über (2 bis 3 Lachter) 4 bis 6 Meter betragen, höchstens darf man so viel geben, dass beim höchsten Stande des Kolbens von diesem zum Wasserspiegel die Entfernung (25 Fuss) 7,846 Meter beträgt. Bei niedrigen Sätzen nimmt man wohl als Regel an, dass die ganze Höhe 12 b beträgt, wo b den mittleren Barometerstand des Ortes bedeutet.

Als Versuch dürfte zu erwähnen sein, dass man auf Saarbrücker Gruben, namentlich beim Betriebe einfallender Strecken, Saugrohre aus Guttapercha[37]) anwendete, welche sich wegen ihrer Biegsamkeit sehr bequem zeigen und auch bei Abteufungspumpen, von denen später zu sprechen ist, zur Benutzung gelangt sind. Zu gleichem Zweck hat man z. B. auf der Steinkohlengrube Hansa bei Dortmund[38]) (10zöllige) 26 Centimeter weite Saugröhren aus Zinkblech verwendet; an anderen Orten findet sich Eisenblech, sogar Rothkupfer.

*cc.* Verbindung des Saugrohrs mit dem Kolbenrohr.

Die Verbindung des Saugrohrs mit dem Kolbenrohr erfolgt am einfachsten bei niedrigen Sätzen, wenn die ganze Pumpe aus Holzröhren besteht, z. B. bei Handpumpen, bei welchen auch wohl der Ausguss mit dem Kolbenrohr ein Stück bildet; über dem Saugventil ist im Kolbenrohr ein Spund Fig. 507 angebracht, welcher geöffnet wird, wenn man zum Ventil gelangen will.

Fig. 507.

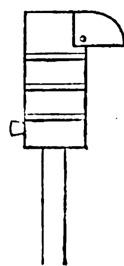


Fig. 508.

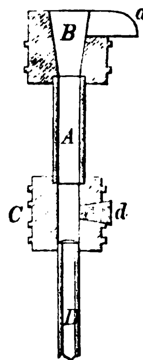
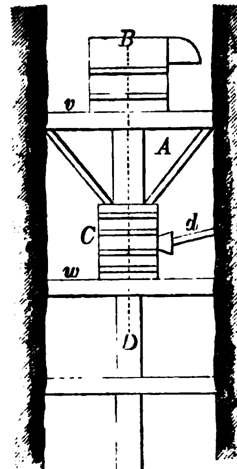



Fig. 509.




Hat man ein eisernes Kolbenrohr, A, Fig. 508 und 509, so wird dasselbe mit dem hölzernen Saugrohr D durch einen cylinderförmigen Kasten

37) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 2. A. S. 364.

38) Ebenda Bd. 7. B. S. 198.

oder ein Fass C verbunden, auch das obere Satzstück B wird fassartig hergestellt und ausgetrichtert, um den Kolben bequem einbringen zu können. Das Kolbenrohr keilt man in das Mittelstück ein, indem man die Keile in das ganze Holz setzt. Der Spund d steht entgegengesetzt von der Seite, auf welcher das hier immer in einer Lederklappe bestehende Ventil angenagelt wird; derselbe wird durch eiserne Bügel gehalten, nöthigenfalls mit Spreizen abgesteift. Das Verbindungsstück ruht auf den Schachthölzern w und wird gegen die Hölzer v mittelst Spreizen gestützt.

Zwischen dem Ausguss a in Fig. 510 eines unteren Satzes und dem Kolbenrohr b eines folgenden hat man ein Kunstkästchen (Trog, Sturz) eingeschaltet, welches in der Form von dem Schachte abhängig ist; das

Fig. 510.

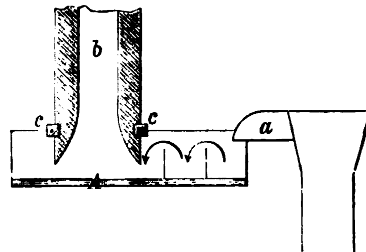
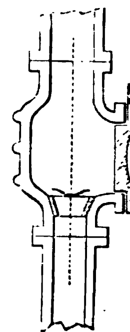



Fig. 511.



Rohr schwebt (6 Zoll) 16 Centimeter über dem Boden des Kastens und wird vermöge der Hölzer cc luftdicht in den Deckel des Kastens eingebracht. Lange Kunstkasten sind wünschenswerth, damit sich der Sand absetzt, weshalb man auch wohl zwischen dem Ausguss und dem Rohr Scheidewände anbringt.

Bei hohen Sätzen und überhaupt grossen Pumpen, welche ganz aus Eisen bestehen, bringt man zwischen Saug- und Kolbenrohr einen eisernen

Fig. 512.

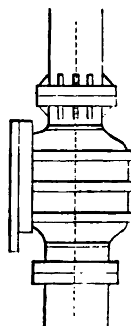
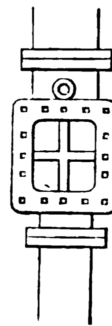


Fig. 513.



Ventilkasten, welcher im Innern einen nach der Art des Ventils verschiedenen Sitz erhält und mit einer Thür verschlossen wird, Fig. 511, 512, 513.

In neuerer Zeit erfolgt der Verschluss mit Vortheil durch Klappen aus Eisenblech, Fig. 514, nach Art wie bei den Mannlöchern der Dampfkessel,[39]) welche durch den Bügel und die Schraube fest angezogen werden; die Oeffnung ist elliptisch, um die Klappe bequem einbringen zu können. Der Verschluss ist sehr zweckmässig, sicher und leicht zu handhaben, selbst bei grossen Pumpen.

Die Verbindung des Ventilstücks nach Unten mit dem Saugrohr, nach Oben mit dem Kolbenrohr erfolgt mittelst angegossener Flangen, wie aus den Figuren ersichtlich ist, zwischen welche die später zu besprechenden Verdichtungen eingebracht werden.

Auf das Kolbenrohr wird ein ganz ähnlich gestalteter Liderkasten gesetzt, durch welchen man leicht zum Kolben gelangen kann.

Fig. 514.

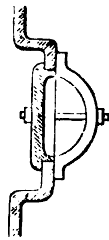
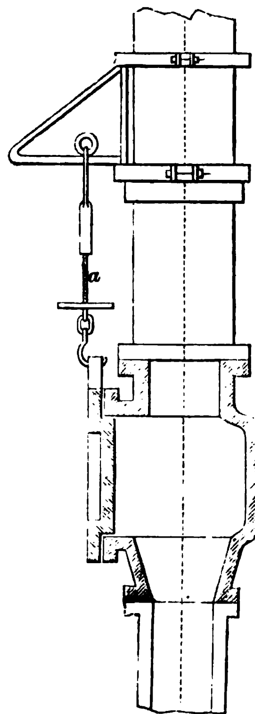


Fig. 515.




Um die Thüren und die Ventilkasten selbst leicht und sicher ausheben zu können, sind bei den Pumpen der Grube Centrum bei Eschweiler[40]) über den Ventilkasten eiserne Luftkrahnen angebracht. Um das Kolbenrohr sind, Fig. 515, zwei eiserne zweitheilige Ringe gelegt, welche

[39]) Jahrbuch des schles. Vereins f. B.- u. H.-Wesen. Jahrg. 1860. Bd. 2. Seite 99.

[40]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 7. A. S. 76.

die Achse eines drehbaren Winkels tragen, dessen unterer Schenkel horizontal ist. Auf diesem Schenkel läuft eine Rolle, welche eine Kette mit einem Haken trägt, mit diesem Haken fasst man in einen an der Ventilkastenthür befindlichen Bolzen, schraubt dann die Kette durch die Schraubenspindel, welche in die Kette eingeschaltet ist, straff, löst die Thüre und kann sie in solcher Weise leicht von ihrem Platze und bei Seite schieben.

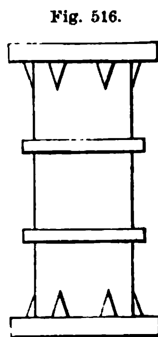
### *dd.* Die Aufsatzröhren.

Die Aufsatzröhren (Steigröhren) können nur bei geringer Höhe aus Holz gefertigt werden, wo man alsdann, wenn das Kolbenrohr aus Eisen besteht, ein fassartiges Verbindungsstück anbringt, wie es vorher zwischen Saug- und Kolbenrohr beschrieben ist.

Besser ist es in allen Fällen und bei hohen Pumpensätzen nothwendig, die Steigröhren aus Eisen zu nehmen. Ueberwiegend ist Gusseisen, wobei die Verbindung der einzelnen Rohrstücke durch angegossene, vorspringende Flangen erfolgt, welche mit Löchern versehen sind, durch welche Schrauben gezogen werden; zwischen die Flangen wird Dichtungsmaterial eingelegt, welches beim Anziehen der Schrauben die wasserdichte Verbindung der Röhren bewirkt. Für gewisses Dichtungsmaterial erhalten die Flangen wohl eingedrehte Riefen, um dasselbe besser haften zu lassen. Selten macht man an den Rohren unten einen über die Flange hervortretenden Rand, mit welchem dasselbe in das folgende Rohr hineingesteckt wird. Ausser der Flangenverbindung kommt auch die Muffenverbindung bei gusseisernen Steigröhren vor, welche sich aber deshalb nicht empfiehlt, weil bei einer etwa nothwendig werdenden Beseitigung eines Rohrs die Lösung der Verbindung sehr schwierig ist.

Zur besseren Haltbarkeit erhalten die Rohre Verstärkungskränze, auch wohl Tragerippen an den Flangen. Fig. 516. Die Höhe jedes gusseisernen Rohrs nimmt man gewöhnlich (1 Lachter) 2 Meter, auch wohl ($1\frac{1}{2}$ Lachter) 3 Meter, nicht leicht jemals mehr als (2 Lachter) 4 Meter; die Höhe hängt mit der Stärke zusammen, da man das Rohr nicht schwerer machen darf, als dass es noch durch die Arbeiter regiert werden kann. Bei hohen Sätzen nimmt die Stärke der Rohre nach Oben selbstredend allmälig ab, weil der Druck geringer wird. Die Weite der Aufsatzröhren muss bei Hubpumpen immer grösser, als die des Kolbenrohrs sein, etwa (1 Zoll) 26 Millimeter, um den Kolben herausziehen zu können, was nur schwierig geschehen könnte, wenn die Aufsatzröhren mit dem Kolbenrohr den gleichen Durchmesser hätten.

Fig. 516.



Neuerdings findet man vielfach Steigröhren aus Eisenblech, welche, wie Dampfkessel, genietet werden; die Verbindung erfolgt durch Flangen, welche aus Winkeleisen oder aus Gusseisen bestehen. Man wendet sie in

Längen von (3 Lachtern) 6 Meter, wie auf der Steinkohlengrube Nachtigall in Westfalen, auch von (5 Lachtern) 10 Meter, wie auf der Steinkohlengrube Holland daselbst, an, was statthaft ist, da sie leichter, als gusseiserne Röhren sind, indem sie geringerer Wandstärke bedürfen, wodurch sich ihr Gebrauch ganz besonders empfiehlt; ihre Anwendung ist aber bedenklich beim Vorhandensein saurer Wasser, durch welches sie sehr leicht angegriffen werden, weshalb man sie auf der Grube Franziska bei Witten in und aussen zwei bis drei Male mit Mennigfarbe bestrichen hat. Zuerst wandte man sie in Preussen bei grossen tonnlägigen Tiefbauschächten an, jetzt auch in seigeren. Auf der Steinkohlengrube Helene bei Witten hat man einen Satz von (73 Lachter) 153 Meter Höhe in Röhren von Eisenblech hergestellt, welche einzeln die Länge von (2 bis 3 Lachter) 4 bis 6 Meter bei einem lichten Durchmesser von ($17^1/_2$ Zoll) 0,458 Meter haben. Die ganze Pumpe wiegt nur 52500 Kilogramm.[41]) Auch für Handpumpen sind sie auf den Gruben bei Saarbrücken statt der gebohrten hölzernen Röhren benutzt worden in einer Weite von (3 Zoll) 8 Centimeter, das Eisenblech ist hier nicht genietet, sondern mit Kupfer in der Naht gelöthet, die Verbindung erfolgt durch Flangen mit 2 Schraubenbolzen.

Auf der Grube Hansa bei Dortmund hatte man beim Abteufen Aufsatzröhren von Zinkblech,[42]) welche überhaupt nur bei niedrigen Sätzen zur Anwendung gelangen können; die Verbindung mittelst eiserner Kranzstücke ist nicht zu empfehlen, besser ist die Verbindung mittelst Muffen aus Zinkblech.

Auch Röhren von Asphalt werden als Steigröhren benutzt,[43]) doch haben sie sich bisher nur bei sehr geringem Durchmesser und unbedeutender Höhe bewährt, obwohl bereits auf der Pariser Ausstellung mehrere Fabriken Asphaltröhren zur Ansicht gebracht hatten.[44])

Das Emailliren der Aufsatzröhren, welches auf der Königsgrube in Oberschlesien bei zwei Röhren versuchsweise zum Schutze gegen saure Wasser zur Anwendung gelangt war, hat sich so vorzüglich bewährt, dass man einen 167 Meter hohen Satz eingebaut hat, in welchem alle Aufsatzröhren emaillirt sind. Die Röhren sind auf der Königlichen Eisengiesserei zu Gleiwitz gegossen und mit Emaille versehen.

Die gusseisernen Röhren wurden 2 bis 3 Stunden lang in ein Säurebad zur Entfernung des Graphits gelegt und dann mit Wasser und Bürsten sorgfältig abgewaschen. Demnächst wird die Grundmasse, bestehend aus 34 Theilen Quarz, 15 Theilen Borax und 2 Theilen kohlensaurem Natron gleichmässig aufgetragen und dann die Röhre in einer Muffel 10 Minuten lang erhitzt, worauf das Rohr abgekühlt und ganz gleichmässig

[41]) Hauchecorne a. a. O. S. 68.
[42]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 7. B. S. 198.
[43]) Hauchecorne a. a. O. S. 68.
[44]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1867. S. 419.

mit der Glasurmasse überzogen wird. Dieselbe besteht aus 34 Theilen Feldspath, 19 Theilen Quarz, 24 Theilen Borax, 16 Theilen Zinnoxyd, 4 Theilen Flussspath, 9 Theilen kohlensaurem Natron, 3 Theilen Salpeter, welche in einem Tiegel zusammengeschmolzen und auf der Mühle unter Zusatz von Wasser zerrieben werden. Das mit der Glasurmasse versehene Rohr wird in der Muffel 20 Minuten lang der Weissglühhitze ausgesetzt; nach dem Herausziehen wird es vor dem Erkalten mit Steinkohlentheer angestrichen. Bei der Druckprobe blieb die Emaille unversehrt, ein Beweis, dass sie sich innig mit dem Eisen verbunden hatte. Auch bei dem Gebrauch hat sich dieser Schutz der Aufsatzröhren völlig bewährt, da die sauren Wasser keinen Einfluss auf die Röhren im Innern gezeigt haben, dagegen haben sie bereits das Aeussere der Röhren angegriffen, weshalb zur Zeit beabsichtigt wird, auch von Aussen einen Schutz gegen das Zerfressen anzubringen. Röhren von Eisenblech zu emailliren hat sich bei den angestellten Versuchen nicht bewährt, weil Blech wegen seiner glatten Oberfläche sich nicht innig genug mit der Emaille verbindet.[45]) — Auf derselben Grube haben die fortgesetzten Versuche ergeben, dass der Anstrich der Röhren und Pumpentheile mit Bernsteinlack beim Vorhandensein stark saurer Wasser im Innern völlig werthlos ist, da das Eisen 6 bis 9 Millimeter weit angegriffen war; dagegen hat sich bei weniger sauren Wassern, so wie beim Bestreichen der Röhren von Aussen, also da wo eine Strömung des Wassers nicht stattfindet, ein ziemlich günstiger Erfolg gezeigt. — Der Versuch, welchen man auf derselben Grube machte, Pumpenröhren zum Schutze gegen saure Wasser mit Litholid zu bestreichen, ist im Allgemeinen nicht ungünstig ausgefallen, obwohl die Masse nach 6 Wochen leichte Risse zeigte, ohne jedoch ganz durchgeborsten zu sein. Die Masse wurde von der Dachpappen- und Holzcementfabrik von Zwettels in Breslau geliefert und kostet davon ein Centner 6 Thaler.

Die Dichtung in den Fugen zwischen den Kränzen je zweier Rohre erfolgt in dreifacher Weise, entweder durch feste, übrigens elastische Zwischenmittel, wofür man in den meisten Fällen an beiden Kränzen einen geringen Vorsprung mit eingedrehten Riefen giebt, oder durch Kitt, wo man die Kränze ab- und ein wenig eindreht, oder indem man die Kränze glatt abdreht, stumpf auf einander stossen lässt und nur etwas geklopften Mennigekitt zwischenbringt. Man hat eiserne, scheibenförmige Ringe mit Hanf oder Flanell umwickelt oder auch mit Mennigekitt bestrichen, ferner derartige Ringe aus Blei mit Flanell umwickelt, welcher in Theer getränkt ist, wie auf den Gruben Hibernia und Shamrock in Westfalen; Ringe aus Guttapercha, welche vor dem Einlegen in heissem Wasser erweicht werden, hat man auf westfälischen Gruben; in Schlesien dreht

[45]) Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure Bd. 15. S. 287. — Dingler polyt. Journal Bd. 201. S. 371. — Der Berggeist. Köln 1871. S. 475.

man ($^3/_4$ Zoll) 20 Millimeter starke Schnüre aus Guttapercha und legt sie in Furchen, welche in die Kränze eingedreht sind. Die Verwendung von Gummiringen und Gummiplatten zur Dichtung ist inzwischen ganz allgemein geworden. Bei dem Wasserhebungswerk in Hamburg hat man Ringe aus Sohlleder benutzt, welches nur etwa den dritten Theil wie Guttapercha, Hanf oder Kautschuck kostet; auch zur Dichtung der Thüren an Liderkästen ist in Westfalen Sohlleder verwendet. Vulkanisirter Kautschuck findet sich häufig zu Dichtungsringen benutzt, der Ring muss dann aber im Ganzen aus einer Platte geschnitten oder segmentartig zusammengesetzt, nicht aus schmalen Streifen zusammengelegt werden; auf den Gruben bei Halberstadt legt man den ($^3/_{16}$ Zoll) 5 Millimeter starken Ring in eine Vertiefung, welcher eine Erhöhung an der folgenden Röhre entspricht, wodurch das Herausspringen des Ringes verhütet werden soll; auf den Gruben bei Waldenburg macht man diese Ringe ($^1/_{24}$ Zoll) 1 Millimeter dick, wenn die Kränze glatt abgedreht und abgefeilt sind, ($^1/_4$ Zoll) $6^1/_2$ Millimeter stark bei rauhen Flächen der Kränze. Auch an Liderthüren findet sich dieses Dichtungsmaterial. Kränze von Blei hat man auch ohne alle weichen Stoffe, höchstens mit etwas Mennigekitt belegt; ebenso hat man die Ringe lediglich aus Kupfer[46]) auf der Steinkohlengrube Zollverein in Westfalen. Mit Leinwand umwickelt und mit Mennigekitt belegt hat man Kupferringe auf den Gruben Roland, Concordia u. a. m. ($^1/_{16}$ bis $^1/_{12}$ Zoll) $1^2/_3$ bis $2^1/_8$ Millimeter stark, ($1^1/_4$ bis $1^1/_2$ Zoll) 33 bis 39 Millimeter breit in eine ($^1/_{10}$ Zoll) $2^2/_3$ Millimeter tiefe Nute eingelegt; auf der Grube Wolfsbank macht man sie ($^1/_{10}$ bis $^1/_8$ Zoll) $2^2/_3$ bis $3^1/_4$ Millimeter dick und bestreicht sie mit Mennigekitt, darüber und darunter legt man Leinwandscheiben, welche mit Leinöl und Mennige getränkt sind. Der Pappscheiben, welche von Steinkohlentheer durchzogen sind, bedient man sich bei den Handpumpen auf den Gruben bei Saarbrücken. Auf Silbersegener Schacht und zu Huelgoat hat man dünne Büchsen von Rothkupfer, welche zwischen je zwei Röhren eingefügt werden, auch am Harz finden sie sich, wo sie mit einigen Fäden von Hanf umwickelt sind, welcher mit einem Kitt getränkt ist, der aus an der Luft zerfallendem Kalk, gekochtem Leinöl mit Bleiglätte, gehacktem Hanf besteht, tüchtig durchgestampft und beim Gebrauch mit der Hand aufgeknetet wird. — Auf den Zinkerzgruben bei Iserlohn verwendet man statt Mennige zum Dichtungskitt Zinkgrau, welches ebenso wie Mennige mit gekochtem Leinöl gemengt und durchgerieben wird, bis die Masse einen compacten Brei bildet; als Liderungsringe werden Hanfflechten benutzt. Das Zinkgrau trocknet langsamer, als Mennige, steht aber sonst diesem nicht nach und ist erheblich billiger.[47]) — Bleiringe wendet man in der Weise an, dass man die Stossfuge schräg und treppenförmig schneidet und die Flanschen-

[46]) Die Druckpumpe auf der Steinkohlengrube Zollverein in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 1. B. S. 197.

[47]) Hauchecorne a. a. O.

flächen der Röhren mit Vertiefungen versieht, in welche sich der Bleiring beim Anziehen der Flanschenschrauben eindrückt und den Abschluss bewirkt.[48]) — Auf der Grube Altstaden bei Mühlheim a. d. Ruhr hat man die häufig undicht werdenden Verbindungsstellen der Röhren dadurch zu dichten gesucht, dass man Cement eingegossen hat und soll anscheinend einen günstigen Erfolg erzielt haben.[49])

Das Probiren der Röhren mittelst der hydraulischen Presse vor dem Gebrauch sollte niemals versäumt werden. Dabei presst Juncker in Huelgoat Leinölfirniss ein, um das Durchsickern der Wasser durch die Poren der Röhren zu verhindern, was auch gut zum Schutz gegen saure Wasser ist.

### *ee.* Ventile.

Die Ventile für Saug- und Hubpumpen finden zum grossen Theil auch Anwendung bei Druckpumpen, so dass das, was hier hervorzuheben ist, auch für diese passt.

In Bezug auf die Grösse der Ventile ist zu bemerken, dass der freie Durchgangsquerschnitt des Ventils womöglich gleich dem des Zuführungsrohres sein soll; er kann wohl grösser sein, nie aber sollte er kleiner sein, wenn man Stösse und Schläge in der Pumpe vermeiden will.[50]) In dieser Beziehung muss ein praktischer Fall erwähnt werden, wo der Mangel in der Uebereinstimmung der Dimensionen schädlich wurde. Auf dem Altenberg bei Moresnet war bei einer Schachtpumpe der Durchmesser des Saugventils ($17\frac{5}{8}$ Zoll) 0,461 Meter, des Druckventils ($19\frac{1}{2}$ Zoll) 0,510 Meter, des Plungers ($21\frac{1}{2}$ Zoll) 0,562 Meter; schon bei 6 Hüben in der Minute war die Haltbarkeit der Ventile durch deren heftiges Aufschlagen gefährdet. Man verringerte deshalb den Plungerdurchmesser auf (19 Zoll 1 Linie) 0,523 Meter und konnte die Zahl der Hübe auf 9 in der Minute erhöhen und erzielte trotz des geringeren Plungerdurchmessers eine höhere Leistung der Pumpe.[51])

Es lassen sich unterscheiden: Klappenventile, konische und sphärische Ventile, diesen sich nahe anschliessend Tellerventile, Haubenventile oder Ventile mit doppeltem Sitz, Trichterventile combinirt mit Kegelventilen, Kolbenventile, zusammengesetzte Ventile.

#### *α.* Klappenventile.

Die einfachste und gewöhnlichste Form der Ventile bilden die Klappenventile. Dieselben bestehen in einfachster Weise aus einer Lederscheibe, welche oben und unten, um sie steif zu machen, mit Eisenblech

[48]) Dingler polytechn. Journal. Bd. 196. S. 298.

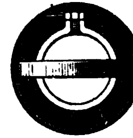
[49]) Hauchecorne a. a. O.

[50]) Fink: über Pumpenventile und Klappen in Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure. Bd. 14. S. 497. — Hrabak. Ebenda. Bd. 16. S. 1. — Hofmann. Ebenda. Bd. 16. S. 313. — v. Reiche. Ebenda. Bd. 16. S. 509.

[51]) Hauchecorne a. a. O. S. 67.

beschlagen ist und welche mit dem einen vorstehenden Ende auf das Holz der Saugröhre aufgenagelt wird; zur Verhütung des Ueberschlagens beim Ansaugen wird ein Bügel über dem Saugrohr angebracht. Fig. 517. Bei allen besseren Klappenventilen ist aber ein besonderer Ventilkörper vorhanden, welcher entweder in das Saugrohr eingesetzt oder auf dem Saugrohr befestigt wird; dieser Ventilsitz ist entweder von Holz oder selbst bei hölzernem Saugrohr auch von Eisen.

Fig. 517.



Einfache Klappen sind unanwendbar bei grösserem Querschnitt, höchstens etwa bis zum Durchmesser des Saugrohrs von (6 Zoll) 157 Millimeter; bei grösserem Durchmesser wendet man Klappen an, welche nach zwei Seiten aufschlagen und auf einem mit einem Steg versehenen Ventilkörper aus Gusseisen sitzen Fig. 518, 519; in die Furchen des Ventilsitzes bringt man Schnüre von Lidertau mit Mennigekitt oder dergl. m., um den Sitz vollständig dicht und fest in das Saugrohr einzusetzen. Zuweilen giebt man eine besondere Auflagerungsfläche für den Ventilsitz im Liderkasten

Fig. 518.

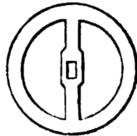


Fig. 519.

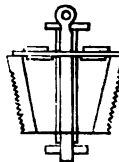
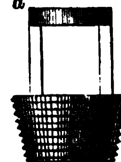


Fig. 520.




(vergl. oben Fig. 511). Wenn aufgegangene Wasser gesümpft werden, oder beim Abteufen, in welchen Fällen leicht ein Versaufen stattfinden kann, oder bei dem untersten Satze eines grösseren Pumpenbaues hat man stets darauf Bedacht zu nehmen, dass der Ventilkörper nach Oben herausgenommen werden kann, was man ermöglicht, wenn man an den Steg einen Ring oder einen Bügel anbringt, an welchen ein Seil befestigt werden kann. Ebenso muss man die Klappen beim Auswechseln leicht abnehmen können, weshalb ihre Befestigung mittelst Schrauben unzweck-

Fig. 521.

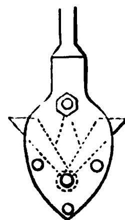
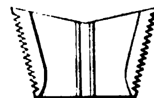


Fig. 522.



mässig ist und besser durch einen darüber gelegten und verkeilten Steg erfolgt, welcher schnell gelöst werden kann. Zum Heben des Ventilsitzes ist es sehr zweckmässig, wenn man vom Stege aus zwei Stangen in die Höhe gehen lässt, diese oben durch einen Ring a verbindet und in den-

selben dann zum Fangen und Heben einen s. g. Fischkopf einführt, auf dessen Klappen sich der Ring aufsetzt. Fig. 520, 521. Bei sehr grossem Durchmesser und unter der Bedingung, dass die Klappen in der Mitte durch einen Steg festgehalten werden, giebt man wohl dem Ventilsitz nach der Mitte zu eine Abschrägung Fig. 522; besser aber ist es dann, die Klappen an der Peripherie des Sitzes zu befestigen, also von der Mitte nach Aussen aufschlagen zu lassen Fig. 523, 524; die Gabeln, welche die

Fig. 523.

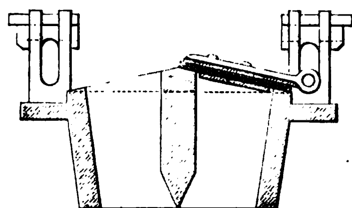
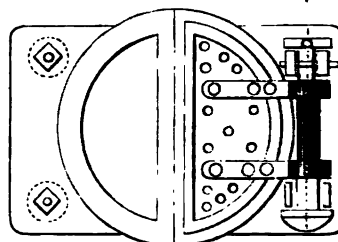


Fig. 524.



Walzen für die Klappen tragen, werden am besten in den hervorstehenden Rand des Ventilsitzes verschraubt.[52])

Statt der zweitheiligen Klappen hat man auch vier- und sechstheilige Klappenventile, von denen entweder sich je 2 Klappen gegen einander, oder jede Klappe in gleichem Sinne für sich öffnet.[53]) Zweckmässig ist es auch hier, die Aufschlageflächen der Klappen nicht in eine Ebene zu legen, sondern die Sitzflächen in eine Pyramide zusammenzustellen und die Klappen am Umfange des Sitzes zu befestigen.

Statt Leder, welches nach den Erfahrungen auf den Gruben in der Nähe von Essen 1 bis 2 Jahr hält, nimmt man auch anderes Material zu den Klappen: so vulkanisirten Kautschuck bei (18zölligen) 47 Centimeter weiten Pumpen von ($^3/_8$ Zoll) 10 Millimeter Dicke auf den Gruben im Halberstädter Revier, man hat denselben von sehr verschiedener Dauer gefunden, auf der Grube Centrum nur in einer solchen von 3 bis 4 Monaten; auch Guttapercha hat man versucht, doch erscheint es zu steif, wenn die Klappen nicht um Charniere drehbar sind; zuweilen[54]) hat man auch Metallklappen angewendet, doch sind sie im Allgemeinen nicht zu empfehlen.

Auf der Steinkohlengrube Zollverein in Westfalen hat man bei Drucksätzen von (18 Zoll) 39$^1/_4$ Millimeter und (64 und 40 Lachter) 134 und 84 Meter Höhe bisher messingene Haubenventile angewendet; da sie sich

---

[52]) Rittinger: Erfahrungen im berg- u. hüttenm. Maschinen-, Bau- u. Aufbereitungswesen. Jahrg. 1857. Wien 1858. S. 5.

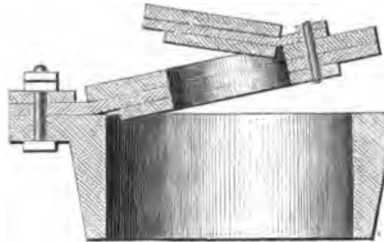
[53]) Althans: über das Maschinenwesen auf den Berg- u. Hüttenw. Oberschlesiens in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 10. B. S. 144.

[54]) Combes: Traité de l'exploitation des mines t. III. p. 355. — Ottiliä: das Vorkommen, die Aufsuchung und Gewinnung der Braunkohlen i. d. preuss. Provinz Sachsen i. Zeitschr f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 8. B. S. 116.

indess nicht als zweckmässig gezeigt haben, hat man in neuerer Zeit gewöhnliche Klappenventile eingebaut, welche sich leichter auswechseln, besser dichten lassen und sich recht haltbar gezeigt haben.[55])

Teague in London[56]) wendet ein Klappenventil an, welches oben mit einer zweiten, aber sich nach entgegengesetzter Richtung öffnenden Klappe versehen ist,' Fig. 525, wodurch ein vergrösserter Durchgang für das Wasser geschafft, ausserdem Geräuschlosigkeit beim Auf- und Zuklappen bewirkt werden soll.

Fig. 525.



Die Ventilkörper oder Ventilsitze bestehen gewöhnlich aus Gusseisen; der obere Rand, auf welchem die Ventilklappen aufschlagen, muss abgedreht sein, damit ein vollständiger Schluss stattfindet. Es finden sich auch Ventilsitze von Messing, welche durchaus erforderlich sind beim Vorhandensein saurer Wasser; die Mischung zu solchem Messing wird angegeben zu 74 Theilen Kupfer, 4 Theilen Zinn, 22 Theilen Zink, während Bronce zu Statuen und Kanonengut einen grösseren Procentantheil Kupfer, die letztere gar kein Zink enthält.

*β*. Konische und sphärische Ventile.

Die Ventile dieser Art Fig. 526, 527, 528 bestehen immer aus Metall, sie sind aber wenig üblich, sie sollen nach Ponson bei unreinen Wassern vortheilhaft sein, was indess zu bezweifeln ist. Dieselben bedürfen stets

Fig. 526.

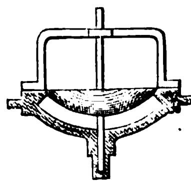


Fig. 527.

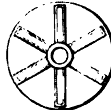
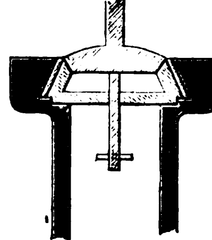


Fig. 528.



einer Leitung und einer Vorrichtung, welche das zu hohe Heben verhindert und entweder in einem Bügel über dem Ventil oder in einem in der Führungsstange angebrachten, an dem Steg des Sitzes ein Hinderniss

[55]) Hauchecorne a. a. O. S. 67.
[56]) Dingler polyt. Journal. Bd. 205. S. 22.

findenden Keil besteht. Auch diese Ventile müssen einen besonderen Sitz haben, da es unzweckmässig ist, den Ventilkasten zum Sitz zu bearbeiten. Für Abteufungspumpen, in welchen die Ventile oft und schnell beseitigt werden müssen, ist diese Art der Ventile nicht zu empfehlen.

γ. Tellerventile.

Die Tellerventile werden in Oesterreich viel gebraucht,[57]) anderwärts seltener. Man wendet sie in Oesterreich selbst bei grossen Pumpen an, wie z. B. bei einem (18zölligen) 47 Centimeter weiten, (28 Lachter) 58 Meter hohen Drucksatz auf dem Schacht No. V. bei Polnisch Ostrau, wo die Ventile aus zwei Theilen bestehen, aus einer oberen Platte und aus einem unteren Führungskreuz, zwischen denen sich eine Lederscheibe befindet; das Ganze wird zusammengehalten durch einen durchgesteckten Bolzen mit einem Keil, Fig. 529, 530, von denen Fig. 530 die untere Ansicht darstellt. Die Begränzung des Hubes findet statt durch einen im

Fig. 529.

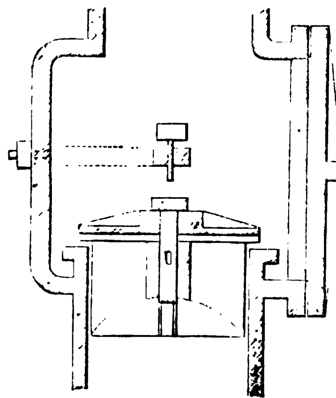
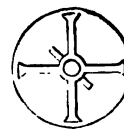


Fig. 530.



Ventilkasten über dem Ventil angebrachten Schraubenbolzen, durch dessen Stellung man den Hub des Ventils reguliren kann. Der Ventilsitz muss auf der Auflagerfläche des Ventils abgedreht sein, um einen vollständigen Schluss zu erzielen, ebenso muss, so weit die Führungsleisten reichen, eine Ausbohrung erfolgen. Die Steighöhe h des Ventils bestimmt man in der Weise, dass man eine aus dieser Steighöhe und dem Umfang des Ventils oder Ventilsitzes resultirende Fläche mindestens gleich dem oberen Querschnitt des Ventilsitzes macht, also wenn D der Durchmesser desselben ist

$$h \,.\, D \,.\, \pi = \frac{D^2}{4} \,.\, \pi$$

[57]) Rittinger Erfahrungen im berg- u. hüttenm. Maschinen-, Bau- u. Aufbereitungswesen. Jahrg. 1855. S. 24. Jahrg. 1858. S. 4. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. 1869. S. 239.

woraus folgt:

$$h = \frac{D}{4}$$

Ebenso muss der Ringraum zwischen Teller und Gehäuse mindestens dem Querschnitt des Ventilsitzes gleich sein, was durchschnittlich erreicht wird, wenn man den Durchschnitt des Gehäuses gleich 1,6 D gross nimmt.[58])

Bei kleinerem Durchmesser macht man die Führung nur dreiflügelig.

Für Pumpen, welche dem Versaufen ausgesetzt sind, ist das Tellerventil eben so verwerflich, wie die vorher besprochenen konischen und sphärischen Ventile.

Kitoe und Brotherhood[59]) bringen an der unteren Fläche des Ventils b (Fig. 531) einen Kautschuckring c an, mit welchem das Ventil auf dem Sitz a aufsitzt; es wird dadurch nicht nur eine gute Dichtung bewirkt, sondern auch das Schlagen vermieden. Aus dem letzten Grunde ist auf die Führungsstange des Ventils auch der Kautschuckring e aufgelegt, welcher beim Aufsteigen des Ventils gegen den Steg d drückt und auch hier das Schlagen verhindert.

Fig. 531.

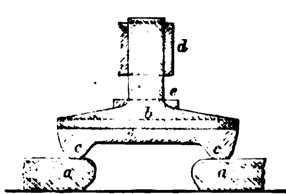



Fig. 532.

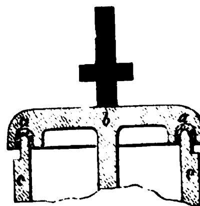
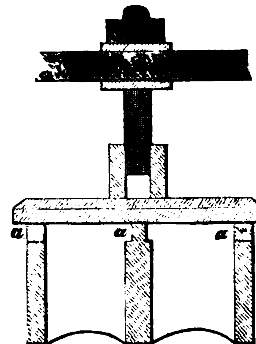



Fig. 533.




Auf der Camboas Steinkohlengrube bei Newcastle sind Tellerventile mit einer Lederdichtung in Anwendung, welche denselben Zweck, wie das vorstehend angeführte, verfolgen, Fig. 532; die Lederringe aa sind in Nuten des Ventildeckels b eingelassen und schlagen auf den Ventilsitz c auf.

Auf der Trinadon Grange Steinkohlengrube sind bei einer unterirdischen Wasserhaltungsmaschine von Hayward Tyler and Co. in den Pumpen Tellerventile von der Construction in Fig. 533 angebracht, bei denen zur Vergrösserung der Durchgangsöffnung für das Wasser die Rippen des Ventilsteges bei aaa auf Hubhöhe ausgefeilt sind.

---

[58]) Moll und Reuleaux, Constructionslehre für den Maschinenbau. Braunschweig 1854. S. 862.

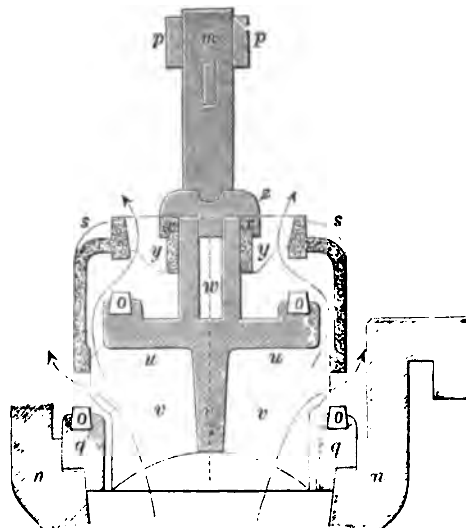
[59]) Dingler polyt. Journal Bd. 194. S. 413.

Zuweilen trifft man auch Tellerventile, welche in der Hauptscheibe noch eine Zahl kleinerer Ventile tragen, die sich bei dem Ansaugen des Wassers heben und das Heben des Hauptventils erleichtern. Dieselben würden dem von Teague angewendeten Princip bei den Klappenventilen entsprechen.

δ. Hauben- oder Glockenventile.

Die Hauben- oder Glockenventile (double heat valve), Ventile mit doppeltem Sitz sind den Ventilen von Hornblower in Dampfleitungen nachgebildet und zuerst von Harvey und West angewendet.[60]) Sie bestehen aus zwei Theilen: dem festen Sitz von Gusseisen oder Bronce und der beweglichen Haube aus Bronce oder Metall, wie sie auf der Steinkohlengrube Zollverein in Westfalen in einem Durchmesser von ($20^1/_2$ Zoll) 0,536 Meter zur Anwendung gelangt sind.[61]) Fig. 534. Der Sitz hat eine obere ringförmige Scheibe uu, welche sich in den sorgsam abgedrehten

Fig. 534.




Ansatz w verlängert und durch Flügel vv mit dem unteren Ringe qq verbunden ist; der untere Ring ruht auf einer entsprechenden Fläche nn des Ventilkastens, auf welcher zur besseren Dichtung eine Lederscheibe aufliegt. In der Scheibe uu und in dem Ringe qq sind ringförmige Nuten angebracht, welche mit hartem Buchsbaumholze, in anderen Fällen mit Ringen von Messing oder anderem weichen Material oo ausgefüttert sind. Auf der Scharleygrube in Oberschlesien hat man zu dieser Ausfüllung

[60]) Combes a. a. O. III. 378.

[61]) Die Druckpumpe auf der Steinkohlengrube Zollverein in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 1. B. S. 194.

Buchenholz mit Vortheil angewendet. Um den lose auf dem Ventilkasten aufsitzenden Theil des Ventils dennoch festzuhalten, sind Querstücke pp im Ventilkasten vorhanden, gegen welche ein Keil in der Verlängerungsstange m des Ventilsitzes sich stemmt. Der bewegliche Theil ist eine Haube ss aus Messing, welche auf den Nutringen oo aufruht und auf diesen vollkommen dicht abschliesst. Die Haube hat eine cylinderische Hülse xx, welche genau auf den Ansatz w passt und mit der Haube durch 4 Querstücke yy verbunden ist; beim Heben und Senken der Haube gleitet die Hülse x an dem Dorne; damit sie nicht höher, als nothwendig ist, sich hebt, stösst die Hülse an dem Ansatz z. Wenn sich die Haube hebt, so öffnen sich also die Durchgänge über den beiden Futterringen oo und dem Wasser wird ein doppelter Durchgang gewährt. Alle Flächen müssen auf das Sorgfältigste abgedreht sein. Unter dieser Voraussetzung spielen die Ventile vortrefflich, sanft und ohne jeglichen Stoss, aber die Wasser müssen rein und frei von Spähnen sein, weil das Zwischensetzen eines solchen zwischen Glocke und Sitz das Spiel der Pumpe verhindert; deshalb sind sie für die untersten Sätze, welche häufig nicht ganz reine Wasser zu heben haben, ungeeignet. Sie sind auch bisher ausschliesslich bei Druckpumpen angewendet; sie haben aber den Nachtheil, dass sie theuer sind. Bei einer (18zölligen) 47 Centimeter weiten Pumpe auf der Steinkohlengrube Concordia in Westfalen kostete das Stück 348 Thlr., während ein Klappenventil 51 Thlr. gekostet haben würde; bei dem (15zölligen) 39 Centimeter weiten Satz auf der Grube Roland bezahlte man für ein Haubenventil 190 Thlr., ein Klappenventil würde nur 25 Thlr. gekostet haben. Reuleaux hat gegen die Haubenventile neuerdings Bedenken erhoben, weil von Unten her im Vergleich zu dem Druck von Oben Ueberdruck stattfinden müsse und dadurch Stösse entstehen, ja sogar bei hohen Sätzen der Ventilsitz mit gehoben werden könnte; er schlägt deshalb vor, die Haube ganz nahe an die Führungsstange schliessen zu lassen und den oberen Ausfluss gänzlich aufzugeben, wodurch es allerdings nothwendig wird, das Ventil doppelt so hoch zu heben, um dieselbe Quantität Wasser durchzulassen.[62])

### ε. Trichterventile.

Die Trichterventile (Blumenkorbventile) entsprechen den später zu erwähnenden Trichterkolben, finden sich im Ganzen selten und sind für Saugpumpen entschieden unzweckmässig.

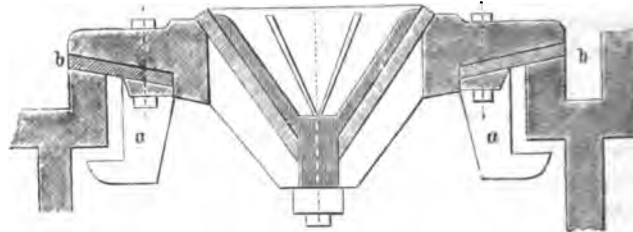
Nach Rittinger[63]) soll ein solches Ventil vor dem Tellerventil den Vorzug haben, dass der Schwerpunkt mehr in die Gegend der Führung fällt, welche am Umfange durch umgekröpfte Füsse aa, Fig. 535, bewirkt wird; die Durchgangsöffnungen für das Wasser sind hier sehr vermehrt, so dass der Hub des Ventils nur sehr gering sein braucht, um das nöthige

[62]) Moll u. Reuleaux a. a. O. S. 876.

[63]) Rittinger a. a. O. Jahrg. 1855. S. 24. — Moll u. Reuleaux a. a. O. Seite 860.

Quantum durchzulassen, wodurch der bei anderen Ventilen vorkommende Stoss vermieden wird. Die Liderung am Umfange des Ventils bb besteht aus dickem Leder, welches zwischen dem Ventilkörper und dem Führungs-

Fig. 535.




füsschen mittelst Schrauben eingeklemmt ist; der Mantel, welcher die innere Fläche des durchbrochenen Trichters bedeckt, wird am besten aus (3 Zoll) 78 Millimeter starkem vulkanisirtem Kautschuck hergestellt, er wird durch einen Schraubenbolzen im Scheitel des Trichters niedergehalten.

ζ. Kolbenventile.

Die Kolbenventile sind von Juncker in Huelgoat bei einer Druckpumpe angewendet,[64]) Fig. 536, 537.

Auf einer metallenen Scheibe b ist ein Lederstulp aa angebracht, welcher durch den aufgeschraubten Deckring cc gehalten wird; die Scheibe ist unten und oben mit gedrehter Führungsstange versehen, mit welcher

Fig. 536.

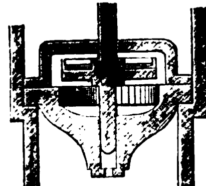
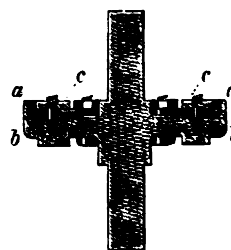


Fig. 537.




sie in dem Ventilsitz und in dem den Hub begränzenden Bügel geführt wird. Gegen den Ventilsitz lidert der Lederstulp vollkommen dicht ab. Diese Ventile sollen sich sehr bewährt haben und gegen den theoretischen Effect nur $^1/_{30}$ Verlust zeigen.

η. Zusammengesetzte Ventile.

Die zusammengesetzten Ventile oder Kiemenventile[65]) sind von Hosking construirt. Sie bestehen aus einer Reihe ringförmiger Ventilsitze,

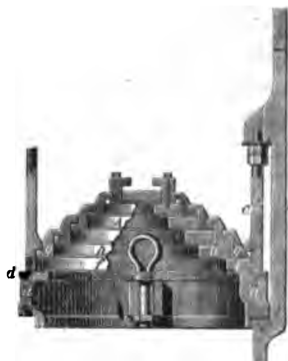
[64]) Combes a. a. O. III. 375.
[65]) Weisbach a. a. O. 866. — Moll u. Reuleaux a. a. O. S. 879.

welche pyramidenförmig über einander liegen und durch ringförmige Ventilklappen aus Leder oder Kautschuck bedeckt sind. Jeder Lederring wird durch den folgenden Ventilsitz festgehalten und klappt nach Aussen auf. Die sämmtlichen Ringe werden durch einen hindurchgehenden Bolzen zu einem Ganzen verbunden. Statt der ringförmigen Klappen hat man auch mit Vortheil Bälle aus Kautschuck benutzt, welche in konischen Sitzen aufliegen und von besonderen Gehäusen eingeschlossen werden. Diese Ventile haben den Zweck, dem Wasser einen grösseren Durchgang zu eröffnen und die Bewegungshindernisse zu verringern. Sie sind bei den Wasserwerken zu Hull zur Anwendung gelangt.

Auf der Galmeigrube Scharley in Oberschlesien stehen sogenannte Etagentellerventile im Gebrauch, welche den Kiemenventilen von Hosking entsprechen. Es stehen drei Ringe, beziehungsweise Teller über einander, von denen der untere den Sitz für den oberen bildet; die Aufschlagflächen sind wie bei den Glockenventilen auf derselben Grube von Buchenholz hergestellt. Diese Ventile gewähren dem Wasser eine viel grössere Durchgangsöffnung, als sie bei Klappen herzustellen wäre.

Bei einer Pumpenanlage auf der Hochberg-Grube in der Nähe von Waldenburg ist von Hofmann ein Pyramidenventil[66]) hergestellt, welches bei geringem Hub eine grosse Durchgangsöffnung gewährt, wenig Unterhaltungsmaterial kostet und regelmässig arbeitet. Der gusseiserne Ventilsitz a (Fig. 538) ruht in Leder- oder Gummiliderung auf dem abgedrehten Rande des Ventilkastens b und wird durch 4 Schraubenstützen c festgehalten; diese Stützen drücken zugleich einen Riegel d von Bandeisen fest auf einen Lederring, welcher sich an die Wand des Ventilkastens anlegt, damit kein Sand zwischen den Ventilsitz und Ventilkasten fallen kann, wodurch andrerseits erreicht wird, dass der Ventilsitz sich nicht festklemmt und leicht herauszunehmen ist, wozu er mit einem Armkreuz und einer Oese versehen ist und mittelst Seil gehoben werden kann. Auf dem Ventilsitz liegt ein mit Leder belegter, schmiedeeiserner Ring f, welcher sich frei zwischen den 4 Stützen bewegen kann und durch diese in seiner richtigen Lage erhalten wird; damit er sich nicht zu hoch hebt, sind die Stützen mit Nasen versehen. Auf der oberen Seite des Ringes sind 4 Haken g angebracht, von denen 3 angenietet sind, während der vierte durch eine schwalbenschwanzförmige Nute eingeschoben und durch eine Schraube festgehalten wird. Nimmt man diesen Haken heraus, so lässt sich der zweite Ring h einlegen, der wie der erste Ring f unten

Fig. 538.




[66]) Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure Bd. 15. S. 134.

mit Leder versehen und oben mit 4 Haken armirt ist. In gleicher Weise liegen mehre Ringe über einander, deren letzter durch eine Platte verschlossen wird.

ϑ. Elastische Ventile.

Der Umstand, dass ein steifes Ventil erst gehoben werden kann, wenn der auf dasselbe von Unten ausgeübte Totaldruck den von Oben darauf lastenden Wasserdruck übersteigt und dass zur Erzielung auch nur der Gleichheit der beiden Druckstärken der Druck auf die Flächeneinheit von Unten wegen der erforderlichen Grösse der Ventilsitzfläche bedeutend grösser sein muss, als die Belastung der Flächeneinheit von Oben; dieser Umstand bewirkt im Momente der Ventilöffnung durch die hierbei eintretende plötzliche Ausgleichung der Druckstärken hydraulische Stösse, welche dem guten Zustande der Pumpen sehr nachtheilig sind.[67]) Durch den von Bochkoltz angegebenen Kraftregenerator, welcher weiter unten noch zu besprechen sein wird, soll dem gerügten Uebelstande zwar zum Theil abgeholfen werden, völlig wird er nicht beseitigt. Als ein anderweitiges Mittel erwähnt Hrabák die Möglichkeit durch Anbringung äusserer Ventile, welche ohne Zuthun der im Innern der Pumpe zur Erscheinung tretenden Vorgänge thätig sind, die Ausgleichung des Drucks von Unten und Oben zu bewirken. Da aber dieser Mechanismus ziemlich complicirt sein müsste, und obwohl hierfür anderweitig Vorschläge gemacht sind,[68]) so verwirft Hrabák dieses Auskunftsmittel und macht dagegen den Vorschlag, statt der steifen Ventile elastische Ventile aus Kautschuckplatten anzuwenden. Bei solchen Platten genügt nur ein geringer Ueberdruck von Unten um einen Theil der Klappe um ein Mässiges vom Sitze abzuheben, wodurch die von Unten gedrückte Fläche wächst, indem zugleich die Erhebung gleichmässig fortschreitet, bis sie an der gesammten Sitzfläche erfolgt ist. Ein solches Ventil wird also nicht momentan aufgerissen, sondern öffnet sich allmälig, indess doch immer hinlänglich schnell, sobald der erste Anstoss gegeben ist. Derartige Ventile stehen bei Gebläsen, bei Pumpen von kleineren Dimensionen, wie Kaltwasserpumpen bereits in Anwendung; für Schachtpumpen hat man bisher die grössere Sitzfläche, welche jene Ventile erheischen, gescheut. Der Entwurf, welchen Hrabák von einem solchen Ventile macht, schliesst sich der Anordnung der Pyramidenventile an; doch ist über die Ausführung des Vorschlages bisher nichts bekannt geworden.

Hierher gehört auch das Ventil (Lefzenventil) von Field in London,[69]) welches in Fig. 539 dargestellt ist. Dasselbe besteht aus den schwach

---

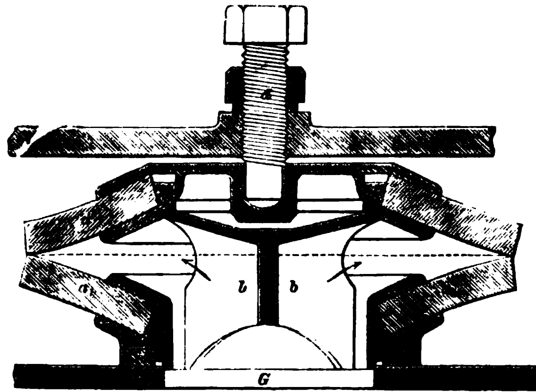
[67]) Hrabák: Project einer Schachtpumpe mit elastischen Ventilen in Berg- u. hüttenm. Jahrbuch der österr. Bergakademien. Prag. Jahrg. 1868/69. S. 364.

[68]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1871. S. 12.

[69]) Dingler polytechn. Journal. Bd. 198. S. 278. — Zeitschr. des Vereins deutsch. Ingen. Bd. 16. S. 29.

konischen Kautschuckplatten aa und a′a′, welche durch die Deckel c und c′ und die Vorsprünge b′ bis $b^4$ des Ventilkörpers b festgehalten werden. Im geschlossenen Zustande des Ventils legen sich die Ränder der Kaut-

Fig. 539.




schuckscheiben fest aneinander, während dieselben beim geöffneten Zustande auseinanderstehen, indem das Wasser durch die Zuführungsröhre G eintritt und in der Richtung der Pfeile zwischen die Scheiben tritt. Die Scheiben werden eben hergestellt und nehmen die konische Form erst durch das Einklemmen in den Sitz an. Der Deckel c wird durch eine Druckschraube d niedergehalten; an der Eintrittsstelle G wird die Dichtung des Sitzes durch einen Leder- oder Kautschuckring bewirkt.

Das Pumpenventil von Holman[70]) besteht aus einem cylinderischen, oben geschlossenen, in den Wänden siebförmig durchbrochenen Ventilgehäuse, um welches dicht über einander sechs Kautschuckringe gezogen sind. Wird von Innen ein Druck ausgeübt, so dehnen sich die Ringe aus und sollen den Abfluss der Flüssigkeit gestatten; im umgekehrten Falle legen sich die Ringe um so dichter auf die Oeffnungen und hindern den Rückgang des Wassers.

## *ff.* Kolben.

Der Form nach kann man bei den Kolben für Saugpumpen unterscheiden: Cylinderkolben, welches stets durchbrochene Cylinder oder Scheiben aus Holz, Gusseisen oder Messing sind, Trichterkolben (Sack- oder Beutelkolben) und Röhrenkolben; andere Formen kommen beim Bergbau nicht leicht vor, doch giebt es deren eigenthümliche noch bei den Balgpumpen, Priesterpumpen u. a. m. Ein anderes Unterscheidungsmittel ist die Liderung, nach welcher man trennt Scheibenkolben ohne Seitenliderung und Kolben mit Seitenliderung, welche entweder Stulpenliderung oder Ring- oder Riemenliderung ist.

---

[70]) Dingler polytechn. Journal Bd. 193. S. 119.

α. Scheibenkolben.

Die Scheibenkolben tragen oben eine Lederklappe, welche gleichzeitig das Durchlassventil und die Liderung bildet; es ist die älteste Kolbenform und kommt jetzt kaum noch vor. Beim Niedergehen des Kolbens biegt sich die Lederscheibe auf und legt sich dicht an das Rohr. Der Körper des Kolbens besteht aus Holz, Fig. 540, 541, oder aus Eisen, Fig. 542,

Fig. 540.

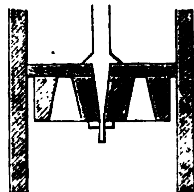


Fig. 541.

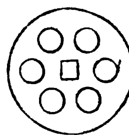
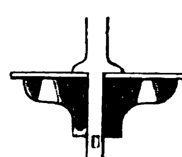


Fig. 542.



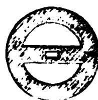
wie zu Przibram und ist (1/2 bis 1 Zoll) 13 bis 26 Millimeter enger als das Rohr; der hölzerne Körper, wozu man Eichen- oder Buchenholz nimmt, ist oft noch mit Eisenringen gebunden. Der Körper wird mehrfach durchbohrt; die Summe der Durchbohrung muss grösser, als der Querschnitt des Saugrohrs sein, damit das Wasser geringeren Widerstand findet, zu welchem Zweck man auch die Bohrungen unten weiter als oben macht. Die Scheibe besteht gewöhnlich aus Leder; man näht mehre Scheiben zusammen und tränkt sie in Fischthran oder Schweinefett. Der Durchmesser der Scheibe darf nur wenig grösser, als der des Kolbenrohrs sein, um das Einklemmen des Kolbens zu vermeiden; Anfangs machte man sie (1/2 bis 3/4 Zoll) 13 bis 20 Millimeter grösser, bei eisernen Kolbenkörpern zu Przibram vergrösserte man die Scheibe auf (3/4 bis 1 Zoll) 20 bis 26 Millimeter. Die Scheibenkolben sind einfach, erzeugen aber im Anfang ihres Gebrauchs viel Reibung und lassen nach und nach mehr Wasser fallen, so dass der Effect geringer ist, als der der Stulpkolben.

β. Stulpkolben.

Die Stulpkolben gehören zu den Kolben mit Seitenliderung, welche ausser der zum Durchlassen des Wassers bestimmten Klappe eine seitliche Liderung haben. Die Liderung wird dadurch bewirkt, dass beim Aufgange des Kolbens das Wasser den Stulp an die Wandung des Kolbenrohrs einpresst.

Der cylinderische, durchbrochene Kolbenkörper ist entweder, doch dies nur bei niedrigen Sätzen, aus Holz oder aus Gusseisen oder aus Bronce gefertigt. Bei geringem Durchmesser ist er wohl ganz ausgehöhlt (schwedischer Kolben), bei grösserem Durchmesser mit mittlerem Steg und zwei halbmondförmigen Oeffnungen (französischer Kolben), Fig. 543. Bei jenem endet die Kolbenstange unten in einer Gabel, welche in die ringförmige Wandung des Kolbens eingreift und durch Schrauben befestigt wird, bei den französi-

Fig. 543.



schen geht die Kolbenstange durch den Steg hindurch und wird unten durch einen Keil festgehalten.

Der Stulp (Sturz, Mütze) besteht aus verschiedenen Materialien. In der Regel hat man lohgares Rindleder, welches durch Tränken in Theer conservirt werden soll,[71]) am Harze wird Wallrossleder vorgezogen, welches sehr dick ist, aber keine Steifigkeit hat und bald zerrissen wird, während man diese nachtheiligen Eigenschaften an anderen Orten[72]) bestreitet; statt Leder nimmt man auch Guttapercha, welches aber leicht hart wird und theuer ist, oder vulkanisirten Kautschuck, welcher gleichfalls im Allgemeinen zu theuer ist, in neuerer Zeit aber in Oesterreich besonders empfohlen wird.[73]) Ferner macht man die Stulpe aus Seil oder Zopf, welche aufgedrehte und wieder zusammengeflochtene Bergseile bilden, welche mit etwas Leder an den Kolbenkörper angenagelt werden, Holz benutzt man gleichfalls zur Liderung; in älterer Zeit Rinde, später Spähne, jetzt häufig Holzstückchen (Stöckelkolben). Filz wendet man als Liderung an, wenn man es mit warmem Wasser zu thun hat, z. B. in Brauereien.

Der Lederstulp wurde an hölzernen Kolbenkörpern in älterer Zeit vorstehend angenagelt und ausserdem durch einen übergeschobenen Ring gehalten. Wird der Stulp aus mehren Ringen gebildet, so näht man sie am besten zusammen; neuerdings hat man z. B. auf Königsgrube bei Bochum in Westfalen das ältere Verfahren wieder angewendet, wonach man die Streifen durch Pflöcke von amerikanischer Fichte verband, was sich beim Abteufen in sandigen Wassern sehr gut gehalten haben soll im Vergleich zu genähten Stulpen. Bei eisernen Kolbenkörpern bringt man den Stulpen c an, wie in Fig. 544, welchen man durch den umgelegten Ring d befestigt, dieser wird durch den unteren Steg b, die Ventilklappe auf dem Kolben durch den oberen Steg a fest gehalten. Als Klappen dienen, wie bei den Saugventilen, Lederscheiben, welchen durch auf- und untergenagelte Eisenbleche Steifigkeit gegeben wird, sie schlagen in der Regel an der Peripherie des Kolbenkörpers auf und werden in der Mitte durch die Kolbenstange gehalten, welche auch das zu weite Oeffnen hindert. In selteneren Fällen sind die Klappen am äusseren Rande des Kolbens befestigt und schlagen in der Mitte auf, was an vielen Orten für das Durchtreten des Wassers vortheilhafter gehalten wird; derartig sich öffnende Klappen bewegen sich auch wohl in Charnieren, wie es oben bei den Ventilen besprochen ist. Bei grossem Durchmesser findet man den Kolbenkörper auch wohl, wie die Ventilsitze, auf der oberen Fläche mit vertieftem Kegel. Statt der Klappen von Leder oder dessen Surrogaten hat man

---

71) Conservirung des Kunstleders in Berg- und hüttenm. Ztg. von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1864. S. 164.

72) Ottiliä a. a. O. Bd. 8. B. S. 115.

73) Schmidhammer, Stulpdichtungen für hydraulische Pressen, Pumpen u. Wassersäulenmaschinen in österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. 1868. S. 234.

auch wohl in seltenen Fällen Metallklappen. Nicht häufig finden sich Tellerventile im Gebrauch, z. B. auf Guleygrube in Verbindung mit Zopfliderung; die Stulpen aus Hanfzöpfen sind trotz des wohlfeilen Materials schwer und theuer anzufertigen, ausserdem haben sie den Nachtheil, dass sich leicht Sandkörner hineinsetzen, welche im Kolbenrohr Furchen auszuschleifen vermögen.

Die ältesten Stulpen aus Holz finden sich bei den Rindenkolben, man wendet Birken-, Fichten- oder Lindenrinde an, welche zusammengenäht wird; derartige Stulpen halten begreiflicherweise nicht lange. Bei den Spahnkolben besteht der Stulp aus mehrfach über einander greifenden Hobelspähnen von Fichtenholz, welche einzeln angenagelt werden; diese Liderung hält nicht dicht und arbeitet das Kolbenrohr sehr stark ab.

Fig. 544.

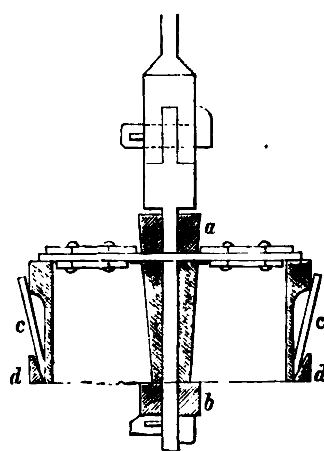
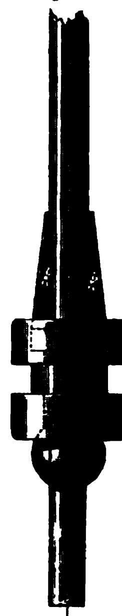



Fig. 545.



Ein Kolben mit Birkenrindeliderung ist von Heberle zu Falun bei Pumpen für eisenvitriolhaltige Grubenwasser benutzt.[74]) Der Kolben ist aus Birkenholz gefertigt und sitzt lose auf der hölzernen Kolbenstange auf; er hat einen 52 Millimeter hohen, 45 Millimeter tiefen Einschnitt an seinem Umfange, in welchen die Liderung eingelegt wird. Fig 545 stellt die Kolbenstange mit Kolben und Kugelventil halb in der Ansicht, halb im Durchschnitt dar. Die Liderung besteht aus acht in einander gesteckten Theilen von Birkenrinde, welche einen Ring bilden, der nach Aussen durch

[74]) Dingler polyt. Journal. Bd. 186. S. 363.

den inneren Wasserdruck ausgedehnt werden kann; Fig. 546 und 547. Jeder der acht Theile besteht aus zwei in Fig. 548 dargestellten Theilen, welche aus zwölf bis sechszehn Stückchen Birkenrinde bestehen und mit gepechtem Hanfzwirn zusammengenäht sind. Der Kolben ist durchbohrt

Fig. 546.



Fig. 547.

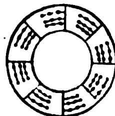


Fig. 548.



und die 89 Millimeter weite Oeffnung ist oben auf 60 Millimeter Höhe bis auf 141 Millimeter erweitert, so dass sich der Kolben an den kleinen Hölzern kk, welche mit hölzernen Nägeln an der Kolbenstange befestigt sind, um 37 Millimeter auf- und abbewegen kann. Beim Niedergange der Kolbenstange tritt das Wasser über die an derselben befestigte Kugel aus Birkenholz zwischen Kolben und Stange, wobei sich der Kolben bis unter die Hölzer kk hebt; indem die Kolbenstange sich dann aufwärts bewegt, setzt sich die Kugel unter den Kolben und versperrt dem Wasser den Rückweg. An der Stelle, wo sich der Einschnitt für die Liderung im Kolbenkörper befindet, ist die schwache Wandung durch sechs rechteckige Oeffnungen cc durchbrochen, welche das Wasser an die Liderung treten lassen, wodurch dieselbe an die Wandung des Kolbenrohrs gedrückt wird. Ein solcher Liderring soll mindestens ein bis zwei Jahre Dauer haben und nur etwa 15 bis 20 Sgr. kosten.

Die Stöckel- oder Klötzelkolben kommen neuerdings mehr in Aufnahme, wie auf den Gruben bei Freiberg. Die ganze Liderung besteht aus Klötzchen von Ahornholz, welche schräg abgeschnitten sind und einander übergreifend um den Kolbenkörper gelegt werden, sie werden durch einen Lederriemen gehalten, welcher an die Klötze und den Kolbenkörper festgenagelt ist; damit kein Wasser durchgeht, werden zwischen den Klötzen und dem Körper, so wie oben über die Fugen der Klötze Lederstreifen aufgenagelt. Diese Liderung ist wohlfeiler, als die mittelst Lederstulpen, sie schliesst aber nicht so dicht, wie diese, namentlich wenn das Kolbenrohr inwendig nicht abgedreht ist; bei starkem Wasserzufluss ist sie nach Gätzschmann nicht zu empfehlen. In Schlesien hat man sich mit Erfolg der Holzliderung bedient, z. B. auf der Steinkohlengrube Friedrich bei Nicolai,[75]) wo Lederstulpe nur 2 Wochen, hölzerne Liderung 4 bis 5 Wochen hielten und diese bei (9 bis 18 Zoll) 23$^1/_2$ bis 47 Centimeter Durchmesser nur 9 bis 12 Sgr. kostete, während die Lederstulpen eine

---

[75]) Wochenschr. des schles. Vereins a. a. O. Jhrg. 1860. S. 57. — Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 9. A. S. 184.

jedesmalige Ausgabe von $1\frac{1}{3}$ bis $1\frac{2}{3}$ Thlr. erforderte, so dass man diese Methode auch auf anderen Gruben, wie Antonsglück und Mariannengrube zur Anwendung brachte.

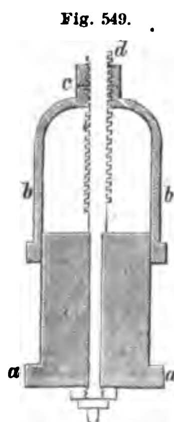
Man bedient sich als Material des trockenen Eschenholzes, welches nach der Faser wie Fassdauben geschnitten wird, bei kleinen Kolben in einer Breite von ($1\frac{3}{4}$ bis 2 Zoll) 46 bis 52 Millimeter, bei grösseren (2 bis $2\frac{1}{2}$ Zoll) 52 bis 65 Millimeter, die Länge nimmt man ($\frac{3}{4}$ bis 1 Zoll) 20 bis 26 Millimeter geringer, als die Kolbenhöhe und die Dicke oben etwa ($\frac{3}{8}$ Zoll) 10 Millimeter, welche wie bei den Lederstulpen nach Unten verjüngt wird; zum Zusammenhalten der Dauben wird, gleichfalls wie bei den Lederstulpen, ein schmiedeeiserner Ring von Unten aufgetrieben. Die einzelnen Daubenstücke müssen mit den Fugenflächen recht dicht an einander schliessen, sonst soll es auf genaue Bearbeitung des Ganzen nicht ankommen, indem man darauf rechnet, dass sich die Aussenfläche bald durch den Gang an der Wandung des Kolbenrohrs glatt schleift; es ist aber kaum anders zu erwarten, als dass derartige Kolben die Wasser wieder fallen lassen und der Haltbarkeit des Kolbenrohrs nicht förderlich sind.

### γ. Kolben mit Ring- oder Rinnenliderung.

Der Kolbenkörper erhält Behufs der Ring- oder Rinnenliderung einen abgedrehten Theil an der oberen Begränzung, welchen man zuweilen kegelförmig herstellt, und welcher zur Aufnahme der Liderung dient.

Als Material dient Leder, in neuerer Zeit wendet man vielfach Segeltuch[76]) an, welches sich namentlich beim Abteufen sehr gut bewährt, doch darf das Kolbenrohr nicht ausgefressen sein; die Streifen des Segeltuches werden so über einander gelegt, dass sie mit der Stirnfläche gegen die Wand des Kolbenrohrs reiben. Auf den Braunkohlengruben in der Provinz Sachsen[77]) hat man derartige Kolben, bei welchen die Liderung aus Ringen abwechselnd von Leder und Metall gebildet wird; die Metallringe sind ($\frac{1}{2}$ Zoll) 13 Millimeter schmaler als die Lederringe, welche deshalb viel haltbarer sind, als Lederstulpen, weil sie mit der Stirnfläche des Leders gegen die Kolbenrohrwand reiben. Auf den Gruben des Kölner Bergwerksvereins hat man mit Vortheil federnde Ringe von bestem weichem Gussstahl als Liderung benutzt;[78]) die Gussstahlringe, deren man 3 aufbringt, sind ($\frac{1}{2}$ Zoll) 13 Millimeter hoch und breit und haben im freien Zustande (3 bis 4 Zoll) 78 bis 105 Millimeter auseinander zu klaffen, während sie beim Einlegen in die Nuten des Kolbenkörpers durch Hämmern in die kreisförmige Gestalt gebracht

Fig. 549.




[76]) Ebenda. Bd. 9. A. S. 184.
[77]) Ottiliä, ebenda. Bd. 8. B. S. 115.
[78]) Ebenda. Bd. 10. A. S. 205.

werden. Indem das Wasser aus den in der Höhe etwas geräumigeren Nuten hinter die Ringe treten kann, werden dieselben vermöge ihrer federnden Kraft an das Kolbenrohr gepresst, wodurch die Liderung bewirkt wird. Diese Kolben haben sich von vorzüglicher Haltbarkeit bewährt, ohne dass das Kolbenrohr mehr, als mittelst gewöhnlicher Liderung angegriffen würde.

Auf der Grube Gouley bei Aachen hat man Kolben construirt, deren Liderung, falls sie keinen vollständigen Schluss mehr abgiebt, nachgeschraubt werden kann, wie bei den Stopfbüchsen. Die Liderung aus Hanfstricken bestehend ruht auf dem Ansatz aa des Kolbenkörpers, Fig. 549 und wird durch den Bügel bb zusammengedrückt, welcher mit einer Schraubenmutter c in Verbindung steht, welche um die als Schraubenspindel dienende Kolbenstange d sich dreht; hat die Liderung nachgelassen, so wird die Schraube angezogen.

### δ. Trichterkolben.

In der einfachsten Form erscheinen die Trichterkolben als Beutelkolben, wie man sie früher bei den Handpumpen kannte: ein kegelförmiger Lederstulp wird über die Kolbenstange gezogen, an deren unterem Ende der Umfang der kleinen Kegelgrundfläche angenagelt wird; beim Aufziehen bläht sich der Stulp auf und hebt das Wasser in die Höhe, beim Niederdrücken legt er sich zusammen und saugt Wasser an.

Man hat diesen Kolben eine verbesserte Construction gegeben und sie auch bei grösseren Anlagen als zweckmässig erprobt.

Auf der Steinkohlengrube Leopold in Westfalen[79]) benutzte man einen eisernen, mit der Spitze nach Unten gekehrten, hohlen Kegel, dessen Wandung gitterförmig durchbrochen war, der obere Rand des Kegels trug einen eisernen Ring mit gewöhnlicher Lederstulpenliderung, im Innern legte sich über die gegitterte Wandung des Kegels ein Trichter von Leder, welcher auf der einen Seite aufgeschnitten ist, und dessen Schnittränder sich decken; durch den Trichter und den Kolbenkörper hindurch geht die Kolbenstange, welche unten durch einen Spliesskeil befestigt ist. Die Wirkung ist vollkommen der des Beutelkolbens gleich; der Kolben dient zugleich als Ventil. Man hatte durch diese Einrichtung auf König Leopold die Kolbenliderung von dem eigentlichen Trichter getrennt, weil man auf österreichischen Gruben[80]) die Erfahrung gemacht hatte, dass, wenn der obere Rand des Ledertrichters, über den eisernen Kolbenkörper hervorragend, gleichzeitig die Liderung bildete, sich das Leder am Rande über dem eisernen Kegel sehr leicht durchreibt, weshalb man auch dort dazu übergeht, den Trichter nur als Ventil wirken zu lassen und in dem äusseren Rande des Kolbenkörpers innerhalb einer Nut eine Ringliderung von Guttapercha anzubringen, welche, indem man die Wandung des Kolbenkörpers durchbohrt, hydrostatisch wirkt, da das Wasser den Guttaperchaing gegen die Rohrwandung drückt.

[79]) Ebenda. Bd. 6. B. S. 172.
[80]) Rittinger, Erfahrungen. Jahrg. 1854. S. 21. Jahrg. 1855. S. 24.

Auf der Steinkohlengrube bei Karling im früheren Moseldepartement[81]) hat man derartige Kolben mit einem Trichter von Guttapercha angewendet. Auf einer kegelförmigen eisernen Scheibe, welche mit 14 Oeffnungen versehen ist und welche gegen den Pumpenstiefel einen 1 Millimeter weiten Spielraum lässt, liegt ein Trichter aus Guttapercha, welcher beim Niedergange sich zusammenzieht und das Wasser durchlässt, beim Aufgange aber gegen die Wandung des Kolbenrohrs ablidert. Auch hier ist, wie in sonstiger Anwendung, der vortheilhafte Gang der Pumpe, so wie die Vermeidung jedes Stosses beobachtet; ausserdem bietet der Trichter aus Guttapercha den Vortheil dar, dass man ihn, wenn er unbrauchbar geworden, wieder verwenden kann, indem man ihn in bis auf 70 Grad erwärmtes Wasser aufweicht und in einer Holzform wieder zu einem neuen Stulp verarbeitet.

Nach Rittinger sollen indess diese Kolben nur bei niedrigen Sätzen, höchstens bis zu (8 Klafter) 15 Meter noch zweckmässig anwendbar sein, was durch die Erfahrungen bei Karling allerdings widerlegt wird.

#### ε. Röhrenkolben.

Die Röhrenkolben finden bei der sog. einachsigen Mönchskolben-, Hub- und Druckpumpe Anwendung und werden dort erwähnt werden.

### 2. Druckpumpen.

Die gewöhnlichsten Druckpumpen sind jetzt die Plungerpumpen, welche zuerst in den Kupfer- und Zinnerzgruben in Cornwall zur Anwendung gelangt sind. Für diese ist im Allgemeinen die Anordnung so getroffen, dass das Plungerrohr (Kolbenrohr) seitwärts steht und das Steigerohr mit den Saug- und Druckventilen in einer Achse liegt, aber man findet auch wohl das Saugventil unterhalb des Plungerrohrs; die erstere Anordnung ist die bessere und allgemein üblich in Westfalen und Belgien, Fig. 550, die andere, Fig. 551, vorherrschend in Schlesien.[82]) Diese setzt voraus, um Reibungen zu vermeiden, dass der Durchmesser des Kolbenrohrs bedeutend grösser ist, als der des Plungers, weil das der Grundfläche des Plungers entsprechende, angesaugte Wasserquantum in dem ringförmigen Raum zwischen Plunger und Rohrwandung Aufnahme finden muss, der Querschnitt dieses Raumes muss also mindestens dem des Plungers gleich sein. Beispielsweise ist bei einem (18zölligen) 47 Centimeter weiten Plunger der Querschnitt (254,5 Quadratzoll) 0,174 □Meter, hierzu hat man ein (25zölliges) 65 Centimeter weites Kolbenrohr von (490,9 Quadratzoll) 0,336 □Meter nöthig, so dass der ringförmige Raum einen Querschnitt von (236,4 Quatratzoll) 0,162 □Meter hat, dagegen genügt bei der ersten

---

[81]) Bemerkungen über den Bau auf den Steinkohlenflötzen im Moseldepartement in Dr. Hartmann allgem. berg- u. hüttenm. Ztg. Quedlinburg 1863. S. 221.

[82]) Schlesische Wochenschrift a. a. O. Jahrg. 1860. S. 228.

Einrichtung für einen (24zölligen) 63 Centimeter weiten Plunger ein Kolbenrohr von ($25\frac{1}{2}$ Zoll) 67 Centimeter Durchmesser. Auf Gruben bei

Fig. 550.

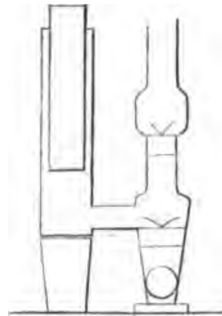
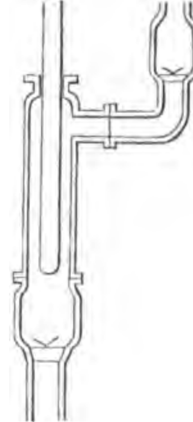


Fig. 551.



Saarbrücken hat man sogar in einem ($20\frac{1}{4}$zölligen) 53 Centimeter weiten Kolbenrohr einen (20zölligen) 52 Centimeter starken Plunger, wo dann aber das Rohr ausgebohrt sein muss;[83]) es steht auch hier, wie in Schlesien, das Plungerrohr in der Achse des Saugventils, um aber das weite Kolbenrohr zu vermeiden, hat man, Fig. 552, zwischen Saug- und Druckventil ein weites Verbindungsrohr eingeschaltet. Auf der Steinkohlengrube

Fig. 552.

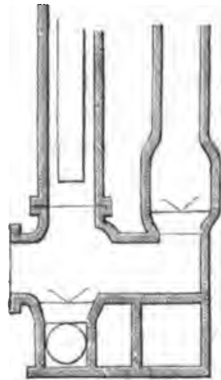
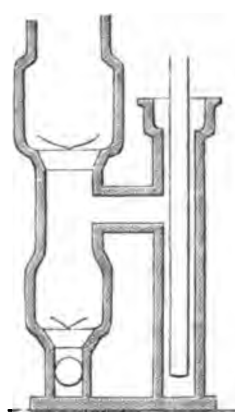


Fig. 553.



Dorstfeld bei Dortmund hat man, obwohl das Saugventil in der Achse der Steigröhren liegt, Fig. 553, dem Kolbenrohr bei einem (20zölligen) 52 Centimeter starken Plunger einen Durchmesser von (28 Zoll) 73 Centimeter gegeben. Eine Schwierigkeit bei der zweiten Anordnung der Plunger

[83]) Rittinger, Erfahrungen. Jahrg. 1857. S. 5.

bereitet die Auswechselung des Ventilkastens, weil derselbe mit dem Plungerrohr verbunden ist.

Die Plunger sind hohle Cylinder, welche unten geschlossen werden, entweder schon im Guss oder durch Verschrauben oder Einkitten einer besonderen Platte. Der Plunger wird abgedreht, weil er in der Stopfbüchse dicht schliessen muss, das Plungerrohr dagegen bleibt im Innern roh, so dass es beim Vorhandensein von sauren Wassern vermöge der vorhandenen härteren Gussrinde weniger leicht angegriffen wird. Den Plunger schützt man wohl gegen saure Wasser durch Umlegen eines dünnen Mantels von Messing, oder man macht ihn ganz aus derartigem Metall oder aus Rothguss, wie es oben S. 370 von der Pumpenanlage auf Krugschacht der Königsgrube in Oberschlesien erwähnt ist, wo nicht nur der Plunger, sondern auch das Kolbenrohr und der Ventilkasten zum Schutze gegen saure Wasser aus Rothguss hergestellt sind.

Auf einer Steinkohlengrube in Oberschlesien hat man zum Schutze gegen saure Wasser versuchsweise einen hölzernen Plunger angewendet, da die eisernen stark angegriffen wurden.[84]) Der Plunger erhielt (30 Zoll) 65$^{1}/_{3}$ Millimeter Länge, (10 Zoll) 21$^{3}/_{4}$ Millimeter Durchmesser, wurde aus kernigem Eichenholz gefertigt und mit warmem Leinölfirniss getränkt. Die beiden Hirnenden wurden mit Eisenringen umschlossen und mit gusseisernen Scheiben bedeckt; durch den Kolben wurde Behufs seines Anschlusses an das Gestänge eine schmiedeeiserne Stange hindurchgeführt, welche oben mit einem Bund aufsitzt, unten durch einen Splint gehalten wird. Der Versuch hat einen sehr befriedigenden Erfolg gehabt.

Das Plungerrohr wird oben abgeschlossen durch eine Stopfbüchse, durch welche der Plunger hindurchgeht; zur dichten Abliderung desselben befinden sich in der Stopfbüchse Packungen von eingefetteten Hanfzöpfen oder von Gummiringen, welche durch Anziehen der Schrauben an der Stopfbüchse zusammengepresst werden; man füttert zu dem Zweck die Stopfbüchse auch wohl mit Messingringen aus, welche die Reibung verringern. Um die Reibung geringer zu machen, bringt man in dem Stopfbüchsendeckel Rinnen zur Aufnahme von Schmiere an, welche nach und nach zu dem Liderungsmaterial hinzutritt und dasselbe geschmeidig erhält.

Bei der Zusammensetzung der Theile muss man Sorge tragen, dass alle Verbindungsröhren in ihrem Durchmesser ein richtiges Verhältniss haben, wie z. B. die oben mitgetheilte Pumpe von der Grube Dorstfeld bei einem (21zölligen) 55 Centimeter weiten Saugrohr und (24zölligen) 62$^{3}/_{4}$ Centimeter grossen Ventilen in allen Verbindungsröhren einen Durchmesser von (21 Zoll) 55 Centimeter hat.

An den Ventil- und Liderkasten hat man wohl Hähne angebracht, um vor dem Lidern die Wasser bequem ablassen zu können; um dann nach dem Lidern die Pumpe leicht wieder in Gang zu setzen, bringt man mit-

[84]) Hauchecorne a. a. O. Bd. 17. B. S. 67.

telst eines kleinen Verbindungsrohrs, welches durch einen Hahn zu öffnen ist, Wasser aus dem Steigrohr über das Saugventil. Auch befindet sich wohl oben am Kolbenrohr ein Hahn zum Ablassen etwa angesammelter Luft, welche man aber auch abführen kann, indem man das Kolbenrohr mit dem Steigrohr durch ein kleines Rohr verbindet, welches mittelst Hahn zu öffnen ist und durch welches die Luft in das Steigrohr entweichen kann.

Das Material und die Construction der Steigröhren ist denen bei den Saugpumpen völlig gleich, ebenso weichen die Ventile in Nichts ab; in neuerer Zeit nimmt man für Druckpumpen ganz besonders Haubenventile.

Pumpen mit von Unten schiebenden Plungern kommen selten vor; auf dem Schacht David der Grube Himmelfahrt ist eine solche durch Brendel erbaut. Die Ventile liegen in einem prismatisch gestalteten Kasten, in welchen das Plungerrohr einmündet. Das Wasser lastet mit seinem Druck auf der Liderung in der unterhalb liegenden Stopfbüchse, so dass dieselbe allmälig undicht wird und das Wasser leicht hindurchsickert.

Druckpumpen mit anschliessenden Kolben sind ebenfalls selten. Drückt der Kolben beim Niedergange, so kann das Rohr oben offen sein, schiebt der Kolben das Wasser von Unten nach Oben, so lässt man das Kolbenrohr wohl sich bis in den Sumpf verlängern, um luftdichten Abschluss zu erreichen, wie auf dem Silbersegner Richtschacht. Die Construction solcher Kolben ist mannigfaltig, bald an Stulp-, bald an Riemenliderung erinnernd, wie aus Fig. 554, 555, 556 hervorgeht; bisweilen sind sie auch so construirt, dass sich ein Theil am anderen hervorschrauben lässt, wodurch die Liderung angepresst wird. Unter allen Umständen muss für den Gebrauch dieser Kolben das Rohr ausgebohrt werden.

Fig. 554.

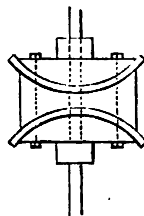


Fig. 555.

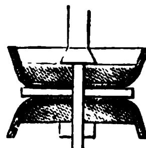
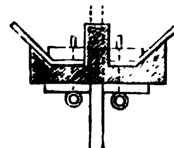


Fig. 556.



Die bisher behandelten Pumpeneinrichtungen sind einfach wirkend, d. h. der Ausguss erfolgt intermittirend. Um einen constanten Ausfluss zu bewirken, hat man verschiedene Combinationen und Vorkehrungen getroffen. Man hat zwei Pumpen combinirt, deren Kolben sich nach entgegengesetzten Richtungen bewegen, und welche das Wasser in ein gemeinschaftliches Steigerohr schaffen; die vier Ventile liegen in einem gemeinschaftlichen Ventilkasten zwischen den beiden Kolbenrohren und bilden ein rechtwinkeliges Kreuz, je 2 einem Kolben zugekehrte Ventile sind zugleich geöffnet, beziehungsweise geschlossen. Fig. 557. In anderen Fällen

hat man zwischen einem System von 4 Ventilen nur einen Kolben, Fig. 558, und bildet so eine doppeltwirkende Pumpe, in welcher sowohl beim Niedergang, wie beim Aufgang des Kolbens Ausguss stattfindet. Lottner erklärt diese Pumpen für unzweckmässig, weil sie zur Aufstellung doppeltwirkender Maschinen zwingen, und auch Ponson[85]) empfiehlt sie nicht; dennoch erlangen sie in neuerer Zeit verbreitetere Aufnahme in Westfalen, auch in Oberschlesien.

Fig. 557.

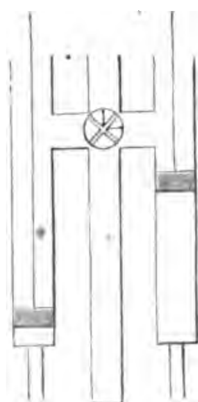
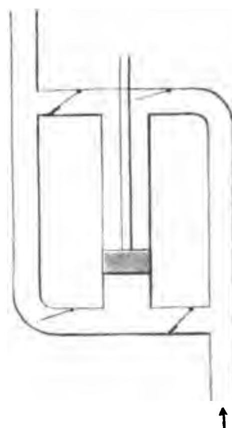


Fig. 558.



In neuerer Zeit hat man grosse Fortschritte gemacht, hohe Drucksätze[86]) anzuwenden, namentlich auf den westfälischen Steinkohlengruben, wo früher das Maximum (65 Lachter) 136 Meter auf der Grube Zollverein war und man inzwischen auf (69 Lachter) 144 Meter auf der Grube Gewalt bei Steele, (73 Lachter) 153 Meter auf der Grube Helene bei Witten und bis über (90 Lachter) 188 Meter auf der Grube von der Heydt gestiegen ist. Man vertritt zwar immer noch die Ansicht, dass so hohe Sätze zu vermeiden sind, weil die Steigrohre sehr starke Wände erhalten müssen, die Fugen nicht dicht zu halten, die Liderung nicht haltbar und die Ventile nicht schliessend herzustellen, so wie Stösse und in Folge dessen Brüche nicht zu vermeiden sind; andererseits vermehrt man mit der Anzahl der Sätze die Gelegenheit zu Brüchen und Unregelmässigkeiten und erhöht in bedeutendem Masse die Anlage- und Unterhaltungskosten. Ohne Gefahr wird man immerhin die Höse der Drucksätze auf (60 bis 70 Lachter) 125 bis 150 Meter wählen können. Um die Steigröhren leichter herzustellen, werden sie immer mehr aus Blechen gefertigt, welche bei einem fünffach geringeren Gewicht einen gleichen Widerstand, wie die gusseisernen Röhren

[85]) Ponson a. a. O. III. S. 466.

[86]) v. Detten: Die im Oberbergamtsdistrict Dortmund zur Anwendung kommenden Wasserhaltungsmaschinen- und Pumpensysteme in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 17. B. S. 320.

haben.[87]) Der Höhe der Sätze sind auch die Dimensionen gefolgt. Während früher der Durchmesser des Plungers (15 bis 18 Zoll) 392 bis 471 Millimeter die Regel war, ist derselbe jetzt bis zu (30 Zoll) 785 Millimeter gestiegen.[88]) Bei diesen grossen Dimensionen erhalten aber die einzelnen Theile so grosse Massen, dass namentlich im Ventilkasten eine ungleichmässige Spannung in den verschiedenen Theilen nicht zu vermeiden und dadurch Zerstörungen gerade in diesem wichtigsten Theile des Apparats zu befürchten sind, wie sie factisch bei der ersten Inbetriebsetzung derartiger Pumpen zu beklagen gewesen sind; namentlich der Steg in dem Ventilkasten fällt, um die arbeitenden Theile auf das äusserste Mass zusammenzudrängen, sehr schmal und hoch aus und ist der Zerstörung am leichtesten ausgesetzt, wie er auch in allen Fällen gleichmässig an der selben Stelle, wo der Steg mit der Wandung zusammentritt, geborsten ist. Ausserdem ist bei diesen Pumpen das Verhältniss des Plungerquerschnitts und der freien Ventilöffnung in der Regel ein ungünstiges, weil die Ventile zur Raumersparung eine kleinere Oeffnung erhalten und dadurch zu Reibungshindernissen und Stössen Veranlassung geben, welche wiederum nachtheilig auf die Haltbarkeit der arbeitenden Theile wirken. Zur Vermeidung dieser Nachtheile sind an den Saugventilkasten Sicherheitsventile angebracht, welche sich in einem an die Wandung des Kastens angegossenen, nach Aussen gehenden Rohre befinden und jedes Mal abspritzen, wenn der Druck im Innern nur um ein Weniges grösser wird, als ihn die Wandung beim normalen Pumpenbetriebe aushalten kann; sobald das Gleichgewicht wieder hergestellt wird, schliesst sich das Ventil sofort wieder. Solche Sicherheitsventile haben in gegebenen Fällen bei unvorhergesehenen Stössen in der Pumpe stark abgespritzt und offenbar die Ventilkästen vor dem Zerspringen geschützt.[89])

Demselben Gegenstand hat der Generalinspector Bochkoltz in Wien seine besondere Aufmerksamkeit zugewendet und zur Abhülfe der Uebelstände einen sogenannten Kraftregenator angegeben.[90]) Bochkoltz sieht die Brüche in den Ventilkästen nicht beseitigt, wenn man nicht auf Beseitigung ihrer Ursache zurückgeht, da bisher die Stärke der Ventilkastenwandungen rein empirisch und nicht auf Rechnung basirt gewählt werde; es ist aber die Grösse des hydraulischen Druckes, welcher zeitweise auf die Wandungen wirkt, und dessen nachtheilige Folgen beseitigt werden müssen. Dieser Moment des höchsten hydraulischen Drucks tritt ein beim

[87]) Ebenda. S. 339.

[88]) Ebenda. S. 320.

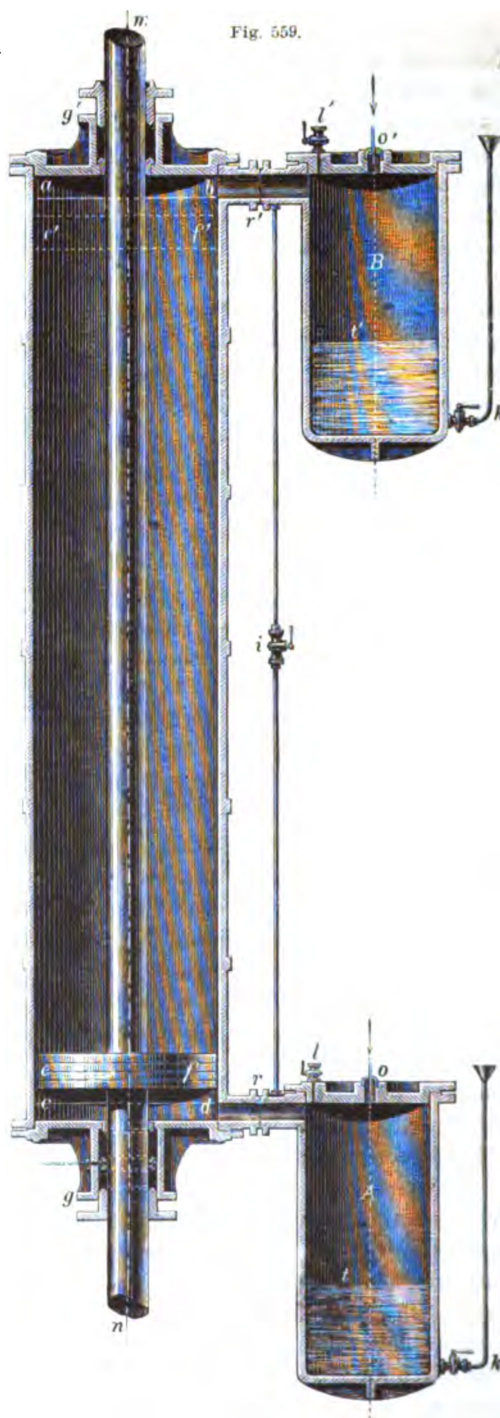
[89]) Glückauf. Essen 1869. Nr. 6. 12. 16.

[90]) A. Bochkoltz: Der patentirte, mittelst comprimirter Luft wirkende Kraftregenerator zur Beseitigung der durch selbstthätige Pumpenventile veranlassten erheblichen Arbeitsverluste. Wien 1869. — Derselbe in Glückauf. Essen 1869. Nr. 44. 45. 46. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1869. S. 333. — Bulletin de la société de l'industrie minérale. Paris. t. XIV. p. 387. — Annales des mines. Paris. 7 Série. T. I. p. 342.

Oeffnen der Ventile, und, da die unteren Flächen der Ventile kleiner sein müssen, als die oberen, der von Unten kommende Druck zum Oeffnen des Ventils aber grösser sein muss, als der oben auf dem Ventile lastende, so ist der Druck auf die Flächeneinheit der unteren Fläche beträchtlich grösser, als auf die der oberen, steht im umgekehrten Verhältniss der beiden gedrückten Flächen und verhält sich nach Bochkoltz im Durchschnitt wie 1,40 zu 1, d. h. der untere Druck muss auf die Flächeneinheit 40 Proc. grösser sein, als der obere: er wird geringer sein können bei wenig dicht schliessenden Ventilen, um so bedeutender bei vollkommen auf dem Ventilsitz schliessenden Ventilen, wobei Bochkoltz den Ventilen keine Rechnung trägt, welche darauf eingerichtet sind, dass nicht die ganze Ventilfläche plötzlich mit einem Stoss zu heben ist, sondern dass ein allmäliges und theilweises Heben stattfindet. Ein solcher Drucküberschuss von durchschnittlich 40 Procent im untern Ventilkasten findet aber nur während kurzer Zeit und momentan statt und zwar in dem Augenblicke, wo der Plunger auf das im Kolbenrohre und im untern Ventilkasten befindliche Wasser zu drücken anfängt und bevor noch das Druckventil sich geöffnet hat; sobald das Letztere geschehen, erfolgt im Ventilkasten eine sofortige Entlastung und der Druck gleicht sich mit dem der über dem Ventil stehenden Wassersäule aus. Jener Moment genügt aber, die beklagenswerthesten Zerstörungen herbeizuführen, wie sie in vielen Fällen vorgekommen sind. Andere heftige hydraulische Stösse werden veranlasst durch die Ansammlung von Luft in dem oberen Theile des Plungerrohrs beim Beginn der niedergehenden Bewegung des Plungers. Man hat zur Beseitigung dieses Uebelstandes wohl die Pumpen so angeordnet, dass der Wasseraustritt direct unter der Stopfbüchse des Plungers stattfindet, wobei man aber dem Uebelstande begegnet, dass das Plungerrohr viel weiter als gewöhnlich sein müsste, um dem Wasser Raum zwischen Plunger und Rohrwandung zu gestatten, weshalb man zu dem Wasseraustritt im unteren Theile des Rohres zurückgekehrt ist. Um der Luftansammlung zu begegnen, hat man unterhalb der Stopfbüchse im Plungerrohr ein kleines 13 bis 20 Millimeter weites, mit einem Absperrhahn versehenes, etwas ansteigendes Rohrstück mit dem Steigrohr in Verbindung gesetzt. Für gewöhnlich ist der Absperrhahn geschlossen; von Zeit zu Zeit, und zwar alsdann beim Niedergange des Kolbens, wird er geöffnet, um die etwa angesammelte Luft entweichen zu lassen. Diese Operation muss aber oft wiederholt werden, wenn sie Sicherheit gewähren soll, was immerhin eine aufmerksame und bei tiefen Schächten schwierige Bewartung voraussetzt. Deshalb ist man dazu übergegangen den Absperrhahn nicht ganz zu schliessen, so dass jede, noch so kleine Luftmenge in das Steigrohr übertreten kann; nur beim Anlassen muss der Hahn so lange geschlossen bleiben, bis das Steigrohr über die Einmündungsstelle des Luftrohrs mit Wasser gefüllt ist. Um aber auch dieses theilweise Schliessen des Hahns zu vermeiden, hat man statt desselben ein kleines selbstthätiges Ventil angebracht,

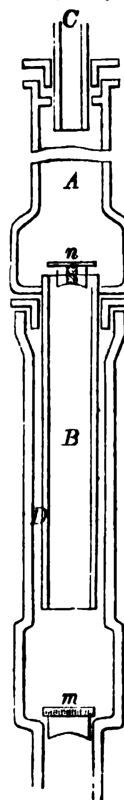
welches sich gleich dem Druckventil bei jedem Kolbenniedergange öffnet und sofort wieder schliesst, wodurch man in den Stand gesetzt ist, dem Luftrohr einen grösseren Querschnitt bis 13,68 und 20,52 □Centimeter zu geben, so dass die Luftansammlung im Kolbenrohr vermieden wird. — Um den unterhalb des Druckventils nothwendigen erheblich höheren Druck, als der auf demselben lastende, hervorzubringen, bedarf das Gestänge bei einfach wirkenden Maschinen einen namhaften Ueberschuss über das der Wassersäule das Gleichgewicht haltende Gewicht, so dass also zum Heben des Gestänges in der Maschine eine viel grössere Kraft entwickelt werden muss, als sonst erforderlich wäre. Hierdurch wird aber nicht nur der dynamische Effect der Maschine verringert oder umgekehrt ein zu grosses Anlagekapital und eine überflüssige Unterhaltungsausgabe für die Maschine hervorgerufen, sondern es entsteht auch die Gefahr eines plötzlichen Niederganges des überlasteten Gestänges, welche nur durch von der Maschine selbst bewirkte Drosselung des Dampfes verdeckt, aber nicht verhindert wird. — Um die hier erwähnten Effectverluste und Gefahren vor Betriebsstörungen zu beseitigen, hat Bochkoltz den Kraftregenator vorgeschlagen. Derselbe besteht in einem ausgebohrten Cylinder abcd (Fig. 559), welcher oben und unten durch einen Deckel geschlossen ist; durch beide Deckel ist mittelst Stopfbüchse eine Kolbenstange mn geführt, welche an das Hauptpumpengestänge angeschlossen ist. An der Kolbenstange ist ein Kolben ef befestigt, welcher gegen die Cylinderwände abgelidert und in der Zeichnung in dem Moment dargestellt ist, wo das Pumpengestänge den tiefsten Stand erreicht, während bei dessen höchstem Stande der Kolben die Stellung e′f′ einnimmt. Aus dem Cylinder führt bei b und d eine Röhre in die Ventilkästen A und B, welche mit kleinen Lufthähnen l und l′ und mit entsprechend belasteten, nach Aussen sich öffnenden Sicherheitsventilen o und o′ versehen sind. Der Cylinder ist ober- und unterhalb des Kolbens mit Luft von atmosphärischer Spannung angefüllt; öffnet man den unteren Lufthahn l, so tritt beim Aufgange des Gestänges Luft unter den Kolben, so dass, wenn der Kolben die Stellung e′f′ einnimmt und der Hahn l geschlossen wird, unter dem Kolben Luft von atmosphärischer Spannung sich befindet, während die Luft über dem Kolben beim Aufgange desselben allmälig comprimirt worden ist und eine Spannung erhalten hat, welche im umgekehrten Verhältnisse des verminderten Volumens zum Anfangsvolumen steht. Die so comprimirte Luft übt aber die erforderliche Supplementarkraft auf das Gestänge aus, welche dasselbe bedarf, um das Druckventil zu heben, so dass es dann nicht mehr erforderlich ist, diese ergänzende Kraft in das Gewicht des Gestänges zu legen. Wenn das Kunstgestänge und mit ihm der Kolben in dem Regenerator niedergeht, dehnt sich die über demselben comprimirte Luft wieder aus, während die unterhalb befindliche comprimirt wird und eine Entlastung auf das Kunstgestänge hervorbringt. Die durch die Expandirung der über dem Kolben befindlichen comprimirten Luft hervorgebrachte Arbeit muss gleich sein der Arbeit,

Fig. 559.



welche durch die Compression der unter dem Kolben eingeschlossenen Luft absorbirt wird, und eben so umgekehrt. Hieraus folgert Bochkoltz, dass der Apparat dem vorgesteckten Zweck vollständig entspricht, „indem er nicht nur die zur selbstthätigen Hebung der Pumpenventile erforderlichen Supplementarkräfte jedesmal in der gewünschten Richtung (nach abwärts oder aufwärts) wirken lässt, sondern auch keinen unnützen Arbeitsüberschuss erzeugt, welcher auf Kosten des Nutzeffects der Maschine auf künstlichem Wege wieder vernichtet werden müsste.“ Wir unterlassen es auf die weiteren Detailausführungen des Erfinders hier einzugehen, weil uns nicht bekannt geworden ist, ob und mit welchem Erfolge der Kraftregenator bei Wasserhaltungsmaschinen zur Anwendung gelangt ist. Wenn man auch der ausgesprochenen Ansicht beipflichten muss, dass bei dem fast niemals vorhandenen dichten Abschluss der Ventile oder bei deren Construction aus elastischen Materialien die Supplementarkraft nicht in dem Masse, wie sie Bochkoltz voraussetzt, nothwendig sein wird, so unterliegt es doch keinem Zweifel, dass sein Apparat geeignet ist, die sonst vorhandenen Uebelstände bei hohen Pumpensätzen zu vermeiden.

Fig. 560.




Die von Rittinger[91]) angegebene einachsige Mönchkolbenpumpe, eine Combination einer Hub- und Druckpumpe, findet in Oesterreich und in neuerer Zeit in Oberschlesien viel Anwendung. Das Kolbenrohr A, Fig. 560, steht nach Unten mit dem Röhrenkolben B, nach Oben mit dem Steigrohr C in Verbindung; die Dichtung des Rohres A gegen das Steigrohr C erfolgt eben so, wie die des Kolbens B gegen das Rohr D durch eine Stopfbüchse; das bewegliche Rohr AB steht mit dem Gestänge durch einen Krums in Verbindung, welcher an dem Kasten über dem Ventil n befestigt ist. Beim Anheben der Röhre AB, also beim Ueberschieben über die Röhre C wird Wasser durch das Ventil m angesaugt, beim Niedergehen öffnet sich das Ventil n und das Wasser tritt in das Rohr A und erfüllt den Raum, welchen bis dahin das Rohr C innerhalb A einnahm; da dieser aber kleiner ist, als das von B ausgegebene Wasserquantum, so tritt ein Ausfluss des Ueberschusses ein. Wenn die Pumpe gleich viel Wirkung beim Auf- und Niedergehen haben soll, so muss die Kreisfläche der Steigröhre C mit dem Durchmesser d halb so gross sein, wie die der Kolbenröhre B mit dem Durchmesser D, d. h. es muss

$$d = \frac{D}{\sqrt{2}} = 0{,}707\ D$$

[91]) Rittinger, Erfahrungen. Jahrg. 1854. S. 20. Jahrg. 1858. S. 4.

sein oder wenn D = 314 Millimeter, so ist d = 222 Millimeter zu nehmen. Diesen Rittinger'schen Pumpen entsprechen die Perspectivpumpen von Althans, welche in der Rheinprovinz mehrfach ausgeführt sind und noch den Vorzug haben, dass der Anschluss des Gestänges so gewählt ist, dass der Angriff der Kraft vollkommen centrisch bewirkt wird.[92]) Diese Pumpen sollen sich beim Abteufen in sandigen Wassern sehr bewähren.

Neuerdings sind auf den Gruben bei Rosdzin, auch auf der Königsgrube und anderen Gruben in Oberschlesien derartige Pumpen eingebaut und arbeiten mit dem besten Erfolge.[93]) Auf der Abendsterngrube bei Rosdzin hat ein solcher Satz (28 Zoll) 730 Millimeter Plungerdurchmesser und (286 Fuss) 89,8 Meter Höhe; an demselben hängen unten an Krumsen noch einerseits ein 730 Millimeter weiter und (114 Fuss) 35,8 Meter hoher Drucksatz; andrerseits ein in Senkbäumen beweglicher Saugsatz von ($28\frac{1}{4}$ Zoll) 737 Millimeter Kolbenweite (100 Fuss) 31,4 Meter Höhe. Die Drucksatzrohre, welche das Gestänge bilden, sind aus ($\frac{3}{4}$ Zoll) 20 Millimeter starken Blechen hergestellt, die einzelnen Rohre (32 Fuss) 10 Meter lang; die Rohrverbindung geschieht durch Flanschen, welche schwach konisch ausgedreht sind und sich um das ebenfalls konisch ausgedrehte Rohrende auflegen, so dass sich beim Anziehen der Flanschenschrauben die lose umgelegten Flanschen fest um das Rohrende anpressen.[94])

Auf der Georggrube daselbst hat man zwei Rittingersätze senkrecht über einander eingebaut von je (200 Fuss) 62,75 Meter Höhe, von denen der untere dem oberen zuhebt und welchen die Wasser durch zwei im Schachttiefsten stehende Saugsätze von je (50 Fuss) 15,693 Meter Höhe zugeführt werden. — Auf der Königsgrube wird eine solche Pumpe beim Abteufen eines Schachtes verwendet; dieselbe macht in der Minute 3 bis 30 Hübe und hebt bei 27 Hüben (50 Kubikfuss) 1,5 Kubikmeter Wasser in der Minute. — Auch auf den Steinkohlengruben bei Jaworzno in Galizien sind solche Pumpen aufgestellt worden.[95])

### 3. Schachtgestänge.

Das Schacht- oder Pumpengestänge hat den Zweck, die Bewegung des Motors auf die Pumpenkolben zu übertragen. Dasselbe ist in der Regel von Holz in Verbindung mit Eisen, zuweilen von Holz allein, in neuerer Zeit vielfach von Eisen, auch von Gussstahl hergestellt.

---

[92]) Weisbach a. a. O. III. S. 873.

[93]) v. Hauer in österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1870. S. 300. — Derselbe in Dingler polytechn. Journal. Bd. 198. S. 195. — Derselbe in „der Berggeist". Köln 1870. S. 561.

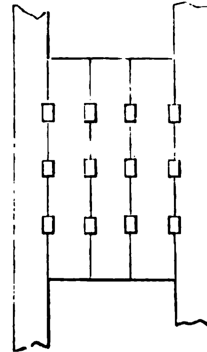
[94]) Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure. Bd. 14. S. 476. — Pietsch: Beschreibung der Wasserhaltungs- und Förderanlagen auf der Grube Abendstern bei Rosdzin in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 19. B. S. 59.

[95]) Rittinger, Erfahrungen. Jahrg. 1869. Wien 1870. S. 12.

Die hölzernen Gestänge sind rechteckig oder quadratisch, bei bedeutender Stärke werden sie aus mehreren neben einander liegenden Stücken gebildet, auch wohl so, dass zwei Stangen mit einem gewissen Zwischenraum neben einander herabgehen und diese in bestimmten Entfernungen gegeneinander abgesteift werden. Die Stangen werden entweder stumpf aneinander gelegt oder in der verschiedenartigsten Weise mit einander verkämmt oder verdöbbelt; überall aber muss man dafür sorgen, dass die Enden der benachbarten Stangen nicht in derselben Ebene liegen damit eine Verkämmung mit den folgenden Stangen stattfindet. Auch in den Stössen lässt man zwei auf einander folgende Stangen entweder stumpf aufeinander stossen oder verkämmt sie mit einander. Zur Sicherung der Wechsel werden hölzerne, in der Regel eiserne Laschen übergelegt, durch welche die Verbindung der auf einander folgenden Stangen hergestellt wird. In Westfalen ist es gebräuchlich, an zwei Seiten des hölzernen Gestänges breite, starke eiserne Deckschienen anzubringen, welche allein genügen würden, die Functionen des Gestänges auszuüben, trotzdem ist ausserdem das Holzgestänge beibehalten, weil die Deckschienen allein die gehörige Steifigkeit nicht besitzen; auch beim Vorhandensein der Deckschienen werden die erwähnten Verbindungslaschen noch angebracht. Die Schraubenbolzen, welche zur Verbindung der Deckschienen, beziehungsweise der Laschen dienen, müssen alternirend angebracht werden, damit die dadurch bewirkte Schwächung des Gestänges nicht in einer Längsebene liegt.

An einzelnen Orten hat man die Deckschienen und Laschen ganz vermieden, indem man zwei Stangen von Holz in einem bestimmten, dem Plungerrohr entsprechenden Zwischenraum neben einander anbringt und in gewissen Entfernungen hölzerne, durch Döbbel an einander befestigte Verbindungsstücke Fig. 561 einfügt; um diese Zwischenstücke legt man eiserne Ziehbänder, welche das Ganze zusammenhalten. Derartige Gestänge finden sich auf dem Schacht Heinrich der Grube Centrum bei Eschweiler,[96]) auf der Grube Dalkeith bei Edinburgh,[97]) auf der Grube Sulzbach (Mellinschächte) bei Saarbrücken u. a. O.

Fig. 561.



Als Material wird wenigstens in den oberen Stücken in der Regel Eichenholz genommen, in den unteren Stücken Nadelholz (Tannen, Yellow pitch pine, Red pine), welches grössere absolute und rückwirkende Festigkeit, aber nicht so lange Dauer, wie Eichenholz besitzt. Der Querschnitt des Gestänges, sowohl in seinen hölzernen, wie eisernen Theilen kann nach Unten abnehmen, da die zu bewältigende Last nach Unten geringer wird.

[96]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 8. A. S. 185.
[97]) Ebenda. Bd. 10. B. S. 57.

Für die Tragfähigkeit des Gestänges gewährt die gemischte Construction aus Holz und Eisen entweder keine Sicherheit, oder es werden beide Materialien in solcher Stärke gewählt, dass jedes für sich die erforderliche Sicherheit gewährt, wodurch eine erhebliche Vertheuerung der Kosten eintritt. Aus diesem Grunde ist man in neuerer Zeit vielfach zur Verwendung von eisernen Gestängen übergegangen, wozu man Winkeleisen, T Eisen, U Eisen in den verschiedensten Combinationen anwendet. Auch hier lässt man die einzelnen Stangen stumpf auf einander stossen und verbindet sie durch Laschenschlösser, oder man verzahnt je zwei Stangen mit einander; wo möglich muss man Schraubenbolzen bei dem Aneinanderfügen vermeiden und wählt besser Vernietungen, weil jene leichter rosten; auch findet man Muffen, welche über den Wechsel zweier Stangen gezogen sind, als Verbindungsglied, wie z. B. auf dem Silbersegener Richtschacht, wo sich, wie auf Himmelfahrt, zu Huelgoat schon seit längerer Zeit derartige eiserne Gestänge befinden. In neuerer Zeit sind sie auf Margarethe bei Dortmund,[98]) auf vielen anderen westfälschen Gruben, bei Saarbrücken, in Oberschlesien in den mannigfachsten Constructionen zur Anwendung gelangt.

Eiserne Pumpengestänge gelangen zu immer grösserer Verbreitung, wobei Winkelschienen, T- und U-Eisen in den verschiedensten Verbindungen zur Anwendung gelangen. Während man früher am häufigsten vier Winkelschienen zu einem Kreuze verband, findet man jetzt, namentlich bei den doppelt wirkenden Wasserhaltungsdampfmaschinen, bei welchen das Gestänge nicht nur auf Zug, sondern auch auf Druck d. h. auf seine rückwirkende Festigkeit in Anspruch genommen wird, Gestänge in Kastenform (Fig. 562), welche aus zwei U-Eisen und zwei Flachschienen zusammengefügt sind; man begegnet denselben sehr häufig in Westfalen, auch auf dem Carnallschacht der Königin Luise Grube in Oberschlesien.[99])

Fig. 562.



Auf dem Schmidtschacht des Tiefbaues bei Scharley hat man ein gusseisernes Gestänge mit schmiedeeisernen Schienen eingebaut, um dem Gestänge die erforderliche Schwere zum Abbalanciren der Wassersäule zu geben; die halbe Gestängelast wird durch einen starken Contrebalancier ausgeglichen.

Auf der Grube Friedrichsthal hat man schmiedeeiserne runde Stangen mit gusseisernen Kuppelungsmuffen verbunden und diese durch Keile festgehalten.

Gegen die eisernen Gestänge hat man immer ihre Angreifbarkeit durch saure Wasser geltend gemacht. Deshalb hat man es auf dem

---

[98]) Ebenda. Bd. 9. A. S. 184.

[99]) Hauchecorne in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 17. B. S. 69. — von Detten: Ebenda. S 317. - Glückauf. Essen 1871. No. 16.

Schacht Prosper bei Essen mit einem gussstählernen Gestänge versucht, welches in der Fabrik von Krupp angefertigt ist, wegen grosser Kostspieligkeit aber nur auf die oberen Teufen beschränkt blieb. Die Verbindung der einzelnen Stangen ist hier mittelst Zapfen und Muffe durch einen Schliesskeil bewirkt, ähnlich wie die Bohrmeissel mit dem Bohrklotz verbunden werden. Diese Gestänge haben sich der grossen Kosten wegen bisher nicht weiter eingebürgert.

Die Verbindung des Gestänges mit den Kolben der einzelnen Sätze erfolgt durch Querarme oder Krumse, an welche die einzelnen Kolben angeschlossen werden; die Krumse sind je nach der Grösse und Tiefe der Sätze von Holz, Schmiedeisen oder Gusseisen. Die seitliche Befestigung der Kolbenstangen an das Gestänge hat wegen der ungleichmässigen Vertheilung der Last grosse Nachtheile, welche man dadurch zu beseitigen sucht, dass man zwei Sätze nebeneinander stellt und dadurch das Gleichgewicht wieder herstellt. Bei Plungerpumpen ist es am besten, die Plunger in die Lothlinie des Gestänges zu stellen, so dass dasselbe direct an den Plunger angreift; zur Fortführung des Gestänges nach Unten bringt man von dem Angriffspunkt aus ein Scheerenstück, in der Regel von Eisen, an, welches das Plungerrohr umfasst und sich nach Unten in das gewöhnliche Gestänge fortsetzt. Am zweckmässigsten ist dies erreicht bei den oben beschriebenen hölzernen Scheerengestängen auf Centrum und Dalkeith, wo die Plunger zwischen den Scheeren liegen und ihre Befestigung an ein Verbindungsschloss erhalten, wo also die Plunger zugleich die Lehre für das ganze Gestänge bilden.

In anderen Fällen, als den zuletzt erwähnten, muss man Lehren für das Gestänge anbringen, an welchen dasselbe gleitet, um ihm eine gerade Führung zu geben, was auch wohl, namentlich in tonnlägigen Schächten, durch Rollen erreicht wird. Da es zu den Möglichkeiten gehört, dass ein Gestänge reisst, so muss man, damit alsdann das Gestänge nicht zu tief fällt und grosse Beschädigungen anrichtet, Fangelager in bestimmten Entfernungen anbringen, welchen Fangedaumen oder Fangfrösche am Gestänge entsprechen. Derartige Brüche entstehen sehr häufig durch plötzliches Aufschlagen der Kolben, welches man dadurch unschädlich zu machen sucht, dass man am Gestänge oder an sonst geeigneten Stellen, wie z. B. für das Fanghorn am Balancier der über Tage stehenden Betriebsmaschine der Wasserversorgung für die Stadt Durham, Gummipuffer[100]) anbringt, welche beim Aufschlagen den Stoss vermindern und unschädlich machen.

Auf einigen Anlagen hat man in neuerer Zeit sogenannte hydraulische Gestänge zur Anwendung gebracht. Auf der Königlichen Steinkohlengrube Glücksburg bei Ibbenbüren handelte es sich darum, unterhalb der Stollnsohle, (30 Lachter) 63 Meter unter Tage und in einer Ent-

---

[100]) Zeitschr. f. B., H.- u. S.-Wesen. Bd. 10. B. S. 57. S. 146.

fernung von (300 Fuss) 94 Meter vom seigeren Wasserhaltungsschacht, einen flachen Gesenkbau zu etabliren; der flache Schacht sollte bei einem Fallen des Flötzes von 13 Grad eine Tiefe von (50 Lachter) 105 Meter erlangen, wobei starke Wasserzuflüsse zu erwarten waren. Von dem Wasserhaltungsschacht führt ein Querschlag und zwar nicht geradlinig, sondern gebrochen und in starken Winkeln zum flachen Schacht, so dass die Uebertragung der Kraft von der 50 Pferde starken Wasserhaltungsmaschine zu den Pumpen im Tiefsten des flachen Schachtes sehr schwierig erschien, weshalb auf Vorschlag und Anordnung des Oberberghauptmanns Krug von Nidda, nach dem Vorgange auf der Steinkohlengrube Sars-Longchamps in Belgien, die Uebertragung auf hydraulischem Wege erfolgte. Zunächst wurde im seigeren Wasserhaltungsschacht ein verticaler starker Druckcylinder mit einem Plunger von ($7\frac{1}{2}$ Zoll) 196 Millimeter Durchmesser und (10 Fuss) 3 Meter Hub aufgestellt und an das Hauptschachtgestänge angeschlossen. Ein ganz gleicher Cylinder befindet sich über dem flachen Schacht in dessen Fallungsebene verlagert, dessen Plunger ist mit genauer Schlittenführung versehen, so dass er sich genau in der Richtung des Schachtes bewegen muss. Beide Cylinder sind durch ein starkes Rohr mit einander verbunden, welches in beide von Unten her eingeführt ist. Denkt man sich den verticalen Plunger in seinem höchsten Stande und die ganze Vorrichtung mit Wasser gefüllt, so bewirkt der verticale Plunger beim Niedergehen einen Druck auf den geneigten Plunger, welcher sich daher heben wird und zwar gerade so viel, als jener niedersinkt d. h. 3 Meter; eben so wird beim Aufsteigen des verticalen Plungers der tonnlägige sich senken. An dem Kopf dieses geneigten Plungers ist das eigentliche Pumpengestänge angeschlossen, welches den flachen Schacht abwärts bis zum Kolbenrohr geführt ist und auf Rollen läuft; dasselbe wird also beim Niedergange des verticalen Plungers gehoben, bei dessen Aufgange geht es abwärts. Da die horizontale wirksame Wassersäule eine grosse Geschwindigkeit anzunehmen hat, welche bei jedem Hubwechsel zerstört werden muss, so waren heftige hydraulische Stösse zu erwarten, ausserdem waren trotz aller sorgfältigen Dichtung Wasserverluste anzunehmen, bei deren Fortsetzung der geneigte Plunger allmälig zum Stillstande gekommen wäre, weshalb man Sicherheitsapparate angebracht hat. Dieselben bestehen in je einem in Ventilkasten sitzenden Saugventile am Anfange und Ende der horizontalen Röhrentour, doch hat man später das am seigeren Cylinder angebrachte Ventil abgesperrt, so dass nur das am geneigten Cylinder arbeitet. In beiden Ventilkasten sind ausserdem Sicherheitsventile angebracht, welche sich öffnen, wenn der Druck aus irgend welcher Ursache höher steigen sollte, als auf den höchsten zulässigen Druck von 30 Atmosphären, auf welchen alle Theile des Apparats eingerichtet und probirt sind. Die von dieser Vorrichtung betriebene Saugpumpe hat einen Durchmesser von (18 Zoll) 470 Millimeter und liefert bei 6 Hüben in der Minute 96 Kubikfuss Wasser. Der Apparat arbeitet

bei dieser Geschwindigkeit fast geräuschlos und ohne alle Stösse und Erschütterungeh.[101]) — Eine ähnliche Einrichtung hat man auf der Steinkohlengrube Borussia bei Dortmund[102]) getroffen, wo man den Förderschacht um (40 Lachter) 84 Meter von der ersten zur zweiten Tiefbausohle abgeteuft hatte und das weitere Abteufen des (13 Lachter) 27 Meter entfernten Wasserhaltungsschachtes ersparen wollte, indem man das 20000 Kilogramm betragende Uebergewicht des vorhandenen Pumpengestänges zur hydraulischen Kraftübertragung benutzte. Man verband beide Schächte durch einen Querschlag und stellte im Wasserhaltungsschachte (50 Lachter) 105 Meter unter Tage, (10 Lachter) 21 Meter über der ersten Tiefbausohle senkrecht unter dem Gestänge ein Plungerrohr auf, in welchem sich ein (16 Zoll) 418 Millimeter im Durchmesser haltender Plunger bewegt; derselbe ist an das Gestänge mittelst Krums angeschlossen. Das Plungerrohr steht mit der nach dem Förderschacht führenden Röhrenleitung in Verbindung; die Druckröhren sind (12 Zoll) 314 Millimeter weit und, wie alle übrigen Theile, auf 20 Atmosphären Druck gepresst. Im Förderschacht schliesst diese Rohrleitung an den Untersatz eines Plungerrohrs mit (14zölligem) 366 Millimeter starkem Plunger. Derselbe hat einen Hub von (12 Fuss) 3,75 Meter, während der Kraftplunger einen Hub von (9 Fuss) 2,825 Meter hat. Durch die Verschiedenheit in den Dimensionen beider Plunger und den grösseren Hub des Lastplungers spart man an Material für die im Förderschachte befindliche Pumpe. An dem Lastplunger hängt mittelst einer Schere aus U-Eisen das hölzerne Pumpengestänge für die Saugpumpe von (12 Zoll) 314 Millimeter Kolbendurchmesser. Auch diese Vorrichtung hat sich bewährt und arbeitet ruhig und ohne Stösse. — Auf der Grube Altenwald bei Saarbrücken soll in neuester Zeit gleichfalls eine Anwendung der hydraulischen Kraftübertragung gemacht worden sein.

Eine sehr grosse Zukunft versprechen die neuerdings in England gebräuchlich werdenden unterirdischen Wasserhaltungs-Dampfmaschinen, welche jedes Gestänge entbehrlich machen. Dieselben sind doppelt wirkende Maschinen, an deren Cylinderkolbenstangen die Pumpen unmittelbar angeschlossen sind, welche direct aus dem Schachtsumpf saugen, so dass im Schachte nur das Steigrohr aufzubauen ist; ausserdem hat man, falls, wie es zweckmässig erscheinen möchte, die Kesselanlage über Tage aufgestellt wird, nur noch ein Dampfzuleitungsrohr im Schachte anzubringen. Es leuchtet ein, dass bei dem Wegfall des Gestänges und bei der Compendiosität der ganzen Anlage nicht nur die ersten Kosten geringer werden,

---

[101]) Engelhardt: Beschreibung der hydraulischen Pumpvorrichtung bei Ibbenbüren in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 14. B. S. 343. — Der Berggeist. Köln 1866. S. 25. — Glückauf. Essen 1866. No. 33. — Berg.- u. hüttenm. Zeitung v. Kerl u. Wimmer. Leipzig 1866. S. 302.

[102]) Glückauf. Essen 1868. No. 22. — v. Detten: a. a. O. in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 17. B. S. 319.

sondern dass auch die Unterhaltungskosten sich bedeutend herabmindern müssen und Betriebsstörungen, weil das gehende Zeug auf ein Minimum reducirt ist, nur selten zu befürchten sind; wünschenswerth dabei ist es, für einen grossen Sumpf und für die Möglichkeit seiner Absperrung von der Maschine Sorge zu tragen. In England sind solche Pumpen ohne Gestänge schon mehrfach im Gebrauch.[103]) Auf dem Continent steht eine solche Maschine auf dem Schachte Erin der Grube von der Heydt in Westfalen im Betriebe, auch ist man beschäftigt, auf einem Schacht der Mansfeldischen Kupferschiefer bauenden Gewerkschaft eine solche unterirdische Maschine versuchsweise einzubauen. Auf der Melchiorgrube bei Waldenburg hat die niederschlesische Steinkohlenbergbau-Hilfskasse einen derartigen Versuch anstellen lassen, zu welchem Zweck im Schachttiefsten eine von Decker & Comp. zu Canstatt gefertigte Dampfpumpe eingebaut ist.[104]) Ausserdem geht man mit dem Plane um, auf den fiskalischen Gruben bei Saarbrücken und in Oberschlesien solche Maschinen mit gestängelosen Pumpen zur Anwendung zu bringen. Diese Maschinen werden unten noch besonders zu erwähnen sein.

### 4. Verlagerung der Pumpen.

Die definitiven Pumpensätze müssen ein festes Unterlager haben, auf welchem sie aufruhen, damit Erschütterungen beim Betriebe sich nicht auf den Schacht fortpflanzen. Derartige Lager sind hölzerne, gusseiserne, schmiedeeiserne, gemauerte; in den meisten Fällen sind sie von Holz zusammengesetzt.

Am einfachsten hat man das Lager in einem oder mehreren aus einem Schachtstosse vorstehenden Balken, wie sie häufig in England vorkommen, so z. B. auf der Grube North Seaton,[105]) wo ein ($65\frac{1}{2}$ Lachter) 137 Meter hoher, (16zölliger) 42 Centimeter weiter Drucksatz auf

Fig. 563.

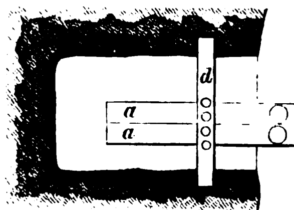
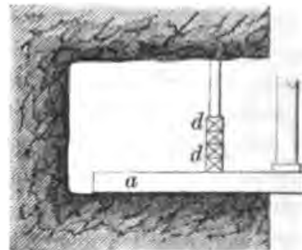



Fig. 564.




einem derartigen Lager ruht. In einem Sitzort innerhalb eines Schachtstosses sind 2 Balken aa Fig. 563, 564 von (22 Zoll) $51\frac{1}{2}$ Centimeter

[103]) Leuschner in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 18. B. S. 226. — The Mechanics' Magazine. London. Vol. 91. p. 120.

[104]) Holzhausen in Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure. Bd. 16. S. 594. — Auch Separatabdruck.

[105]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 10. B. S. 56.

im Quadrat verlagert und unter sich, wie gegen das Gebirge fest verkeilt, sie ragen so weit in den Schacht hinein, dass der eine das Plungerrohr, der andere das Aufsatzrohr aufnehmen kann; über die Längsbalken sind 4 Querbalken dd von (12 Zoll) 31 Centimeter Quadratfläche gelegt, welche in die Stösse des Sitzorts eingebühnt und ausserdem gegen die Firste abgesteift sind.

Querlager lassen sich mannigfach anlegen; sie bestehen aus übereinander liegenden Balkenlagen, innerhalb welcher eine Reihe von Balken neben einander verlagert und in die Stösse eingebühnt sind; oft auch rückt man die einzelnen Balken aus einander und giebt Verstärkungen durch übergelegte Stücke. In anderen Fällen hat man zwei derartige Lager übereinander, wenn die Theile eines Drucksatzes verschiedene Fusshöhe haben. Die Bühnlöcher müssen mittelst Schlägel und Eisen hergestellt werden; bei nicht festem Gebirge erhalten dieselben eine Böschung, in Westfalen etwa von 70 Grad.

Statt die Balkenlagen dicht auf einander zu legen, bringt man zwischen ihnen Verstrebungen an, wie z. B. auf der Grube Diepenlinchen bei Stolberg,[106]) wo die Verstrebungen in einfachen Sprengewerken bestehen.

Bei grossen Spannweiten und bei sehr schweren Pumpensätzen werden zuweilen Keillager angewendet, wie sie sich auf der eben genannten Grube Diepenlinchen und vielen anderen in Westfalen finden; dieselben sind als scheitrechte Gewölbe zu betrachten und in ihren Stärken danach zu berechnen. Auf der Grube Dorstfeld bei Dortmund überspannte man mit einem solchen Keilgewölbe einen Raum von (13½ Fuss) 4,25 Meter und stellte einen (33 Lachter) 69 Meter hohen, (20zölligen) 52 Centimeter weiten Pumpensatz darauf, auf Diepenlinchen hatte man eine Tragweite von (21 Fuss) 6,5 Meter mit einem (29zölligen) 81 Centimeter weiten, (30 Lachter) 63 Meter hohen Satz. Der mittlere Theil des Bogens steht nach Oben vor, um, wenn der Druck wirksam werden sollte, den Zusammenhang des Gewölbes nicht aufheben zu lassen; bei dem Lager auf Diepenlinchen sind Eisenarmaturen angebracht, welche dieses Sinken überhaupt verhindern sollen. Ueber das Keilgewölbe werden noch Querbalken gelegt, auf welche die Pumpentheile aufgestellt werden.

Gusseiserne Lager, wie sie sich auf der Steinkohlengrube Constantin der Grosse, und schmiedeeiserne, wie sie sich auf den Gruben Pluto in Westfalen und Scharley in Oberschlesien finden, sind immer Querlager. Die schmiedeeisernen bestehen bei kleinen Lasten nur aus 2 T Schienen, bei grösseren, wie auf der Grube Scharley, wo (36zöllige) 0,942 Meter weite Drucksätze getragen werden, sind sie als Gitterträger construirt, ähnlich wie für Cylinder direct wirkender Dampfkünste; derartige Träger sind zu empfehlen, weil ihr Einbau sehr viel leichter ist,

[106]) Ebenda. Bd. 9. B. S. 185.

als der der hölzernen, doch ist unter Umständen beim Vorhandensein saurer Wasser ihre Anwendung bedenklich.

Gemauerte Lager werden immer als Gewölbe construirt, sind aber im Allgemeinen nicht zu empfehlen, weil bei schweren Pumpen die fortwährenden Vibrationen die Haltbarkeit gefährden. Sie finden sich im Königreich Sachsen. In Oesterreich[107]) steht der Pumpensatz auf einer Fundamentplatte von Gusseisen, welche auf zwei (24 Zoll) 63 Centimeter von einander entfernten Gurten von Quaderstein ruht.

Druckpumpen müssen auf festen Lagern aufstehen, während man Saugpumpen hängen lassen kann, wofür man immer Querlager benutzt und oft mehrfach in der Höhe des Satzes wiederholt, dieselben sind entweder eingebühnt oder ruhen auf der Schachtzimmerung. Diese Querlager fassen entweder unter die Kränze der Röhren, oder es sind an diese besondere Ansätze angegossen, mit denen sie auf den Balken auflagern. Ganz ohne Lager sind die in Senkbäumen hängenden Pumpen, fast immer Hubpumpen, welche freilich selten anders als beim Abteufen vorkommen, sonst nur, wenn man häufiges Versaufen des unteren Satzes zu fürchten hat. So hängen die Saugsätze auf Abendsterngrube und Georggrube bei Rosdzin, welche den Rittinger Sätzen zuheben, in eisernen Senkschienen, welche durch die Blechträger, die Lager der Rittinger Sätze, hindurchgeführt sind und mittelst eines angenieteten Rahmens auf diesen aufruhen; sie werden, wenn der Saugsatz gehoben werden soll, mit einer Maschine über Tage in Verbindung gebracht und gehoben und wieder gesenkt, was selbst ohne Weiteres geschehen kann, wenn das Saugventil unter Wasser gesetzt sein sollte;[108]) auf der Abendsterngrube bewirkt dies die Wasserhaltungsdampfmaschine, deren Cylinder unmittelbar über dem Schachte steht, auf der Georggrube benutzt man dazu einen Dampfkabel.

Hat man Verlagerungen innerhalb des wasserdichten Ausbaues anzubringen, so sorgt man bei Ausführung des Ausbaues dafür, dass bei gusseiserner Cuvelage, ebenso wie bei wasserdichter Mauerung, Nischen eingebracht werden, in welche man Querbalken verlagert; bei hölzerner Cuvelage schraubt man Träger an, auf welche man die Lagerbalken legt, oder man bringt an der betreffenden Stelle mehrere übergreifende Jöcher (trousses colletées) an, auf welchen die Verlagerung stattfindet, auch baut man tiefer eben solche Jöcher ein, von denen aus man die oberen Balken verstrebt.

### 5. Anordnung der Pumpensätze.

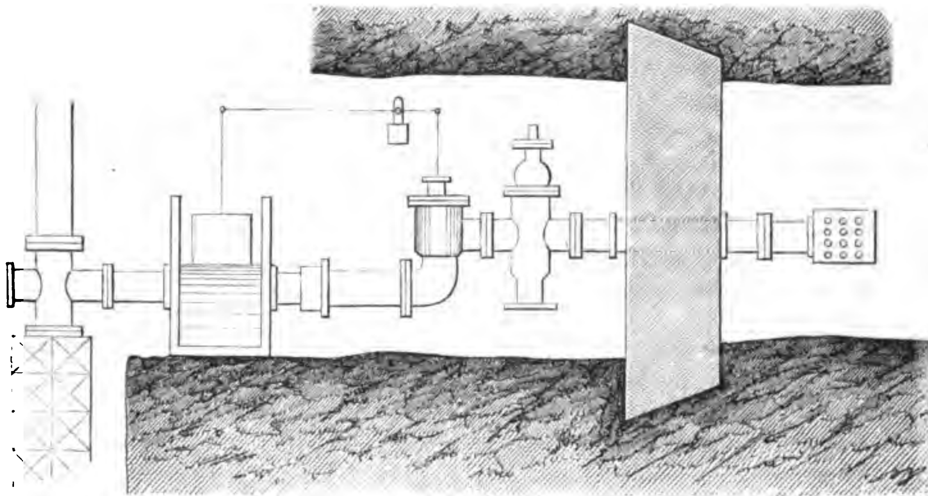
Wo nur immer möglich, hat man an den Punkten, von denen die Pumpen abheben sollen, Sümpfe anzubringen, welche dazu dienen, das Wasser anzusammeln; dasselbe gewinnt dadurch Zeit, sich abzuklären, wodurch den Pumpen weniger Unreinigkeiten zugeführt werden, ferner

[107]) Rittinger, Erfahrungen. Jhrg. 1854. S. 20.

[108]) Pietsch a. a. O. in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 19. B. S. 63.

ist das Grubengebäude durch die Möglichkeit, den mehrstündigen, oft mehrtägigen Wasserzufluss anzusammeln, vor dem Ersaufen geschützt, und endlich ist es möglich, an Maschinenkraft zu sparen, da man die Pumpen nur in Gang setzen braucht, wenn die Sümpfe nahezu angefüllt sind. Um den Zufluss zu der Pumpe aus dem Sumpf zu reguliren, stellt man einen Selbstregulator vor den Sumpf, welcher durch einen Damm abgeschlossen wird, wie auf der Grube Sellerbeck bei Essen, Fig. 565;

Fig. 565.



durch den Damm geht ein Rohr, welches in ein Reservoir ausgiesst, aus welchem die Pumpe saugt. In dem Reservoir befindet sich ein Schwimmer, welcher mittelst Hebelwerks mit einem Kolben in Verbindung steht, dieser ist in das aus dem Sumpf führende Abflussrohr eingeschaltet und schliesst dieses, hemmt also den Wasserabfluss, wenn der Schwimmer hoch steht, d. h. wenn das Reservoir gefüllt ist und umgekehrt, so dass man jeder Zeit einen Massstab für den der Pumpe zu gebenden Gang gewinnt.

Die Sümpfe werden unter den Hauptörtern als besondere Sumpfstrecken aufgefahren und müssen in Schichten liegen, welche nicht Wasser durchlassend sind. Hat man mehrere Sätze im Schachte, von denen der untere dem oberen zuhebt, so lässt man nie oder nur in den seltensten Fällen die obere Pumpe aus dem Steigrohr der unteren saugen, vielmehr lässt man die untere in einen besonderen Kasten aus Holz oder Eisen ausgiessen, aus denen der obere Satz saugt; statt der Kasten treibt man auch Sumpförtchen in die Stösse des Schachtes, und noch besser ist es, wenn man auch für den oberen Satz, entsprechend einer vorhandenen Sohle, eine Sumpfstrecke hat, in welche die von Unten gehobenen Wasser ausgegossen werden.

Bei der Wahl, ob man Saug- oder Hub- oder Druckpumpen anwen-

den soll, hat man zu erwägen, dass die Saug- und Hubpumpen zwar billiger in der Anschaffung, aber theurer wegen der vielen Kolben und Ventile und wegen des leichten Ausarbeitens des Kolbenrohrs durch den anschliessenden Kolben in der Unterhaltung und auch geringer im Effect als Druckpumpen sind; dagegen haben die letzteren den Nachtheil, dass sie leichter dem Versaufen ausgesetzt sind, weil das Saugventil in unmittelbarer Nähe des Wasserniveaus liegt. Bei grösseren Pumpenanlagen nimmt man unten in der Regel einen Saugsatz, die oberen als Drucksätze. Wenn ein Motor mit hin- und hergehender Bewegung vorhanden ist, so hebt er bei Hubpumpen das Gestängegewicht G und das Wassergewicht W und geht leer zurück, da das Gestänge vermöge seines eigenen Gewichts sinkt; bei Druckpumpen hebt er das Gestänge G und drückt das Wasser W durch das niedersinkende Gestänge. Um den Motoren die Last des zu hebenden Gestänges abzunehmen, wendet man Contrebalanciers an, wodurch also bei Hubpumpen die zu hebende Last auf W reducirt wird; auch findet eine Ausgleichung statt, wenn man paarweise Pumpen durch denselben Motor in Bewegung setzt; demnach behalten die Druckpumpen wegen geringerer Reparaturbedürftigkeit und wegen grösserem Effects den Vorzug.

Die Höhe der Sätze nimmt man für Saug- und Hubpumpen nicht gern über (20, 25 bis höchstens 30 Lachter) 42, 52 bis höchstens 63 Meter, für Drucksätze (30 bis 35 Lachter) 63 bis 73 Meter, wovon indess aus örtlichen Ursachen oft abgewichen wird. Hierhin gehört die vorhandene Sohlenbildung, indem man gern die Wasser von einer Sohle zur anderen hebt, oder wenn man in einer höheren Sohle einen Sumpf vorfindet, eine dazwischen liegende überspringt; ferner sucht man es nach Möglichkeit zu vermeiden, innerhalb des wasserdichten Ausbaues im Schachte Pumpen zu verlagern, thut dies vielmehr unterhalb desselben und führt die Pumpe durch den ganzen wasserdicht ausgekleideten Schacht. So hat man auf der Grube Zollverein in Westfalen einen Satz von (65 Lachter) 136 Meter Höhe, zu Huelgoat von (74 Lachter) 155 Meter, in Baiern bei Soolhebungen von (176,8 Lachter) 370 Meter, bei Lugau von (75 Lachter) 157 Meter. Bei zu grossen Höhen wachsen die Wandstärken der Röhren so bedeutend, dass es dann vortheilhafter sein kann, statt eines hohen Satzes zwei niedrigere anzuwenden, da die Wandstärke, wenn man die Constante vernachlässigt, proportional dem Durchmesser und der Druckhöhe wächst, ausserdem steigt auch die Schwierigkeit der Dichtung und die Rohre selbst können Wasser durchlassen.

Der Querschnitt der oberen Sätze muss zunehmen, weil die Summe der zu hebenden Wassermengen nach Oben wächst. Dabei muss man daran festhalten, dass es besser ist, für ein und dieselbe Höhe eine grössere Pumpe, als zwei kleine, anzulegen, da man im Ganzen bei zwei kleinen Sätzen an Masse nichts spart, mehr Kolben und Ventile zu unterhalten hat und ein viel grösserer Raum zur Aufstellung der Pumpen erforderlich

ist. Dennoch wählt man paarweise Sätze, wenn die Maschine rotirend und mit doppelten Krummzapfen arbeitet, um eine gleichmässige Belastung zu haben, wo man dann auch doppeltes Gestänge anbringen muss; auch geht man zur Aufstellung doppelter Sätze über, wenn die Wasserzuflüsse starken Schwankungen unterworfen und die Sumpfräume gering sind.

Die Stellung der Sätze ist eine sehr veränderliche und von der Art der bewegenden Maschine, sowie von dem Raume im Schachte abhängig. Bei einfach wirkenden Maschinen und einem Gestänge stellt man die Sätze gern in die Nähe des Schachtstosses, um freien Raum im übrigen Schachte zu haben und leicht zu den Pumpentheilen gelangen zu können.

Zum Einbau der Pumpen und Einhängen der Pumpentheile bedient man sich, bei schweren Pumpen wenigstens, gern eines Kabels mit Vorgelege, welcher am zweckmässigsten durch Dampf betrieben wird.

Die Stellung der Pumpen muss so gewählt werden, dass das Saugventil bei einem etwaigen Aufgange der Wasser möglichst vor dem Versaufen geschützt ist, weil sonst die Pumpen den Dienst versagen. Trotzdem tritt dieser bedenkliche Zustand zuweilen ein, indem Brüche an den Ventilkästen, Undichtheiten an den Ventilen oder sonstige Beschädigungen an dem gehenden Zeuge sich ereignen. Wie man sich in Oberschlesien in solchen Fällen durch Heben der unteren Sumpfsätze, welche in Senkschienen hängen, zu helfen sucht, wurde oben S. 414 erwähnt. Auf einigen westfälischen Gruben hat man in solchen Fällen mit Erfolg die Reparaturen durch Taucher unter Wasser vornehmen lassen und hat durch dieselben die zerstörten Pumpentheile wieder hergestellt und die Pumpen von Neuem in Gang gesetzt, was anderenfalls nur durch den Einbau neuer Saugsätze, wozu nicht einmal überall der Raum vorhanden ist, zu ermöglichen gewesen wäre. Solche Taucherarbeiten hat man ausgeführt auf den Steinkohlengruben ver. Wiendahlsbank und Caroline in der Nähe von Dortmund,[109]) ferner auf der Galmeigrube Krug von Nidda bei Iserlohn.[110]) Der Taucher ist mit einem Anzuge aus luft- und wasserdichtem Segeltuche mit Guttaperchaeinlagen bekleidet; am Ende der Aermel befindet sich ein 13 Millimeter breiter Guttaperchastreifen, welcher, wenn der Aermel beim Arbeiten am Arme heraufgezogen wird, sich fest an letzteren anschliesst, so dass keine Luft aus- und kein Wasser eintreten kann. Zur Bedeckung des Kopfes dient ein Helm, welcher über die Schultern, den oberen Theil der Brust und des Rückens reicht und auf dem unteren Rande mit kleinen festsitzenden Schraubenbolzen versehen ist; diese werden in den das obere Ende des Anzuges bildenden Guttaperchastreifen gesteckt und mittelst aufgelegter Laschen fest angeschraubt, wobei der Guttaperchastreifen die Verdichtung bildet. Der Helm hat am hinteren Ende einen kleinen Rohr-

109) Der Berggeist. Köln 1869. S. 397. — Glückauf. Essen 1869. No. 38. 40.

110) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S. Wesen. Bd. 18. B. S. 16. — Der Berggeist. Köln 1870. S. 499. — Glückauf. Essen 1869. Nr. 50. 52. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1870. S. 324.

ansatz, an welchen der die Verbindung mit der Luftpumpe herstellende Schlauch geschraubt wird; am Ende des Rohransatzes liegt ein Ventil, welches die Luft erst öffnen muss, worauf dieselbe durch drei am Boden des Helmes angebrachte, von der hinteren zur vorderen Seite gehende Canäle in den vorderen Theil des Helmes gelangt, damit die einströmende Luft nicht auf den Kopf des Tauchers trifft. Ausserdem befindet sich am hinteren Theile des Helmes zum Entweichen der überflüssigen und ausgeathmeten Luft eine Oeffnung, welche mit einem, durch den Wasserdruck geschlossen gehaltenen Ventil verdeckt ist. Vor dem Gesichte ist an dem Helm eine Glasscheibe angebracht, welche durch einen mit Schraubengewinden versehenen Messingring festgehalten wird; wenn der Taucher zu Tage steigt, um sich zu erholen oder zu sprechen, kann die Glasscheibe leicht beseitigt werden. Ausserdem sind noch zwei andere Glasscheiben für die Augen vorhanden, damit der Taucher, wo es die geringe Tiefe oder die Klarheit des Wassers zulässt, sehen kann. Sämmtliche Glasscheiben sind mit Messingstäben vergittert, um nicht eingestossen zu werden. Die zugehörige Luftpumpe ist mit drei Cylindern versehen, deren jeder das nöthige Luftquantum liefert, damit, wenn selbst zwei derselben versagen sollten, der Taucher nicht in Gefahr kommt. Zu seiner Sicherheit und zum Signalisiren trägt er eine fest gebundene Leine um den Leib, welche bis über die Hängebank reicht. Damit der Taucher das erforderliche Gewicht hat, hängen vom Helm herab über Rücken und Brust zwei Gewichte von je 20 Kilogramm Schwere und an den Füssen zwei Bleisohlen von je 10 Kilogramm Gewicht. Die Arbeiten auf den genannten Gruben sind mit grossen Schwierigkeiten, da sie im Dunkeln ausgeführt werden mussten und dabei nur das Gefühl leiten konnte, aber dennoch mit bestem Erfolge ausgeführt worden. Theils mussten zersprungene Ventilkastenthüren ausgewechselt, theils Dichtungen vorgenommen werden; auf der Grube Krug von Nidda hatte sich sogar der Kolben von der Kolbenstange gelöst, so dass derselbe, welcher fest auf dem Ventil auflag, beseitigt und von Neuem eingebracht werden musste, wobei die grösste Schwierigkeit beim Lösen der Kolbenstange von dem Gestänge und bei deren Wiederanbringung erwuchs. Die Arbeiten sind zum Theil von geübten Tauchern, theils von Grubenbeamten ausgeführt worden, wobei einer der letzteren, der Director Springorum von der Grube ver. Wiendahlsbank, berichtet, dass sich, wenn er schnell durch das Wasser zum Ventilkasten geklettert sei, ein starker Druck auf die Augen und Ohren bemerkbar gemacht habe, welcher bei einem allmäligen Hinabsteigen nicht fühlbar war; ein leichter Schwindel, der ihn anfänglich ergriffen habe, sei bald überwunden gewesen; am nachtheiligsten habe sich der Druck der Bleigewichte auf die Brust gezeigt, dagegen habe er sich schnell an die Dunkelheit gewöhnt. Die Taucher haben 2 bis 3 Stunden hintereinander die Arbeit fortgesetzt, ehe sie Erholung nöthig hatten. — Schon früher war ein ähnlicher Versuch auf dem Richardschacht der Gewerkschaft Britannia bei Mariaschein in

Böhmen[111]) gemacht worden, wo es galt eine Ventilkastenthür unter Wasser zu dichten. Die Arbeiten waren zwar zur Zufriedenheit ausgeführt worden, konnten aber keinen Erfolg haben, weil der Rand des Ventilkastens schief und uneben gegossen und nicht abgehobelt war, so dass alle Verdichtung vergeblich war und man den betreffenden Grubentheil zeitweise ersaufen lassen musste. — Nach einer Angabe von Adriani,[112]) welcher die Taucherarbeiten auf der Steinkohlengrube Karoline in Westfalen geleitet hat, wiegt der ganze Taucheranzug einschliesslich der Belastung 80 Kilogramme. Um den Taucher vor Kälte zu schützen, hält derselbe es für nothwendig, 3 Paar wollene Strümpfe, 3 wollene Hosen, 3 wollene Hemden anzuziehen. Bei einer Tiefe von 11 Meter lasse sich 8 Stunden lang unter Wasser arbeiten, doch fühle man schon bei 9 Meter Tiefe ein Stechen von einem Ohr zum anderen, was indess bald nachlässt; dagegen trete bei schwachen Personen in grösserer Tiefe Blut aus Nase, Mund und Augen, so dass man nur kräftige Leute zu Tauchern verwenden darf. In einer Tiefe von 40 Meter in einem Schachte in Russisch-Polen hat der Taucher nicht länger als $2^1/_2$ Stunden aushalten und arbeiten können, ohne seine Gesundheit zu gefährden.

Sehr eingehende Versuche, welche hauptsächlich zur Anlernung von Grubenbeamten und Arbeitern benutzt wurden, sind von dem Bergassessor Tillmann in Bochum angestellt.[113]) Hier benutzte man den Apparat von Rouquayrot-Denarouze, welcher oben S. 323 bei der Besprechung von dem Eindringen in irrespirable Gase erwähnt wurde, als Sicherung für den Taucher, und es ist gelungen, eine Reihe von Personen tüchtig als Taucher auszubilden. Die Versuche sind deshalb von erheblicher Wichtigkeit, weil man gleichzeitig eine unter Wasser brennende, mit comprimirter Luft gespeiste Lampe gleichfalls von Rouquayrot-Denarouze mit Erfolg anwendete. Dieselbe besteht aus dem Regulator, der eigentlichen Lampe und dem Ausblaseventil. Der Regulator, in welchem die comprimirte Luft eintritt, sitzt am Fusse des Apparates in einem kupfernen Ringe, welcher drei 0,2 Meter hohe Säulen trägt, auf deren oberen Enden ein zweiter Kupferring aufgeschraubt ist, in dem die für Petroleum mit geradem Docht eingerichtete Lampe befestigt ist. Der Ring trägt ausserdem eine Halbkugel von Messingblech, welche die Lampe überdeckt, aber oben einen elliptischen Schlitz hat, aus dem die Flamme heraustritt. Eine der Säulen ist hohl und führt die Luft aus dem Regulator zur Lampe, wobei der Regulator so genau gestellt ist, dass zur Lampe nicht mehr Luft tritt, als sie verbraucht. Die Luft kann nicht anders, als durch den Schlitz des Messingbleches, welcher mit der Flamme erfüllt ist, entweichen. In solcher Weise war die Lampe bei den Versuchen in schlechten Wettern, welche gleichzeitig mit den

[111]) Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1871. S. 2. — Der Berggeist. Köln 1871. S. 23. — Glückauf. Essen 1871. Nr. 37.

[112]) Glückauf. Essen 1871. Nr. 48.

[113]) Glückauf. Essen 1871. Nr. 49. 52. — Berggeist. Köln 1871. S. 647. 673. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1872. S. 22.

Taucherversuchen angestellt wurden, verwendbar. Für Arbeiten unter Wasser umgibt man die Flamme mit einem Cylinder von starkem Glase von 0,18 Meter Höhe und 0,15 Meter Durchmesser, welcher in dem die Lampe tragenden Kupferring mit Gummiliderung luftdicht eingelassen und oben an einen kupfernen Deckel gleichfalls luftdicht angeschlossen wird; dieser nach Oben etwas kegelförmig in die Höhe gezogene Deckel ist in der Mitte durchbohrt und endigt in ein kleines Ausgangsrohr mit einer Ausblaseöffnung von 2 Millimeter Weite, welches durch ein Gummiventil verschlossen wird. Der Sauerstoff der zur Flamme tretenden Luft verbrennt, während die Verbrennungsproducte, Kohlensäure und Wasserdampf, den Cylinder erfüllen, welche in Folge ihrer starken Spannung das Gummiventil öffnen und im Wasser als Blasen aufsteigen. Auch für schlagende Wetter würde diese Lampe zu benützen sein, da, selbst nach Fortlassung des Ventils, die explosiblen Wetter wegen der starken Spannung der Gase im Cylinder nicht zur Flamme dringen können und, wenn dies der Fall sein sollte, durch das Gasgemisch im Cylinder inexplosibel werden würden: Versuche in schlagenden Wettern sind mit der Lampe noch nicht gemacht. — Auch für die Gruben bei Saarbrücken sind in gleicher Weise Taucher ausgebildet worden, welche sowohl für Arbeiten unter Wasser, wie in irrespirablen Gasen eingelernt sind, wie dies bereits oben S. 322 erwähnt wurde.[114])

### 6. Abteufpumpen.

Als Abteufungspumpen bedient man sich in der Regel der Saugpumpen, selten der Druckpumpen.

Bei den Saugpumpen hat man zu unterscheiden: feste Sätze, welche unten stets einen Schläucher haben und durch Zwischenschieben von Röhren nach Bedürfniss verlängert werden, bewegliche (fliegende) Sätze, welche oben durch Aufsetzen von Röhren verlängert werden und mit oder ohne Schläucher versehen sein können.

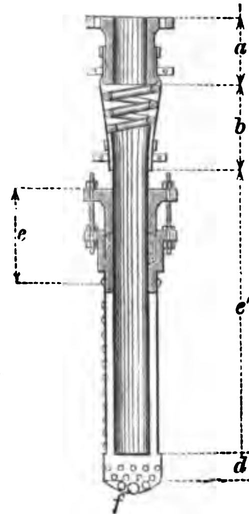
#### *aa.* Feste Pumpen mit Schläucher.

Die Saugpumpe endet unten mit dem sogenannten Schläucher Fig. 566, welcher aus dem Degen c und der Scheide d besteht, die gegenseitig durch die Lederhose b verbunden sind, welche dazu dient, den Schläucher beweglich zu machen, aber zur Erlangung gehöriger Steifigkeit inwendig mit einer Spiralfeder versehen ist. Ueber dem Degen sitzt ein gusseiserner Ansatz a zur Verbindung mit dem Ventilkasten (Schläucherstück), während auf der Scheide eine Stopfbüchse e angebracht ist, mit welcher die Scheide gegen den Degen abgedichtet ist. In der Zeichnung ist der Schläucher zusammengeschoben. Die Scheide ist unten mit einem Saugkorb f versehen, mit welchem sie in dem Vorgesümpfe des Schachtabteufens steht. Wenn

[114]) Der Berggeist. Köln 1872. S. 271.

das Abteufen vorrückt, so wird die Scheide ausgezogen und dadurch die Pumpe verlängert. Bei den älteren Schläuchern bestand die Scheide aus einer Holzröhre, welche viel besser gegen Stösse und Zerstörungen durch die beim Abteufen umhergeschleuderten Gesteinsstücke gesichert ist, als eiserne Röhren; man hat sie aber verlassen, weil man nur Schläucher von geringen Dimensionen anwenden konnte. Sobald die Scheide in ihrer ganzen Länge ausgezogen ist, muss ein definitives Rohr eingeschoben werden, zu welchem Zweck der Schläucher abgeschraubt werden muss; das neu eingebrachte Rohr wird, wie die bereits eingebauten, fest gegen die Schachtstösse verspreizt und verlagert und der Schläucher wieder angeschraubt, auch das Gestänge angemessen verlängert. Dieses Verfahren ist in Westfalen bisher vielfach gebräuchlich gewesen, es ist aber überhaupt nur anwendbar, wenn eine wasserdichte Auskleidung des Schachtes nicht beabsichtigt wird, oder wenn diese erst ausgeführt wird nach Erreichung der wassertragenden Schichten von Unten nach Oben, wobei dann entweder ein anderweitiger definitiver Pumpeneinbau stattfindet oder für sorgsame Abfangung und Verlagerung der bis dahin gebrauchten Abteufungspume Sorge getragen werden muss.

Fig. 566.




*bb.* Bewegliche Pumpen.

Die bewegliche (fliegende) Pumpe steht mit dem Saugkorb auf der Sohle des Schachtes und sinkt mit dieser mit, indem die Stangen, in welchen sie hängt, nachgelassen werden, entweder mittelst Erdwinden, wie nach der englischen Manier, oder mittelst Schraubensenkzeugen, wie in Schlesien.

*α.* Ohne Schläucher.

Auf den belgischen Gruben bei Mons[115]) lässt man den birnförmig gestalteten Saugkorb des Saugrohrs direct auf der Sohle des Schachtes, beziesungsweise im Vorgesümpfe aufstehen; um ihn vor den Wirkungen der Schüsse beim Schachtabteufen zu sichern, erhält er sehr grosse Dicke. Man bringt eine Reihe von Löchern zum Eintritt des Wassers an, doch werden diejenigen mittelst Pflöcken verschlossen, welche nicht in das Wasser tauchen. Die Pumpen werden oben zwischen zwei Hauptbalken gefasst, auf welchen, den Rohren entsprechend, concav ausgeschnittene Querlager liegen; ausserdem wird jedes, der Zahl nach ungerade Rohr durch zwei ähnliche Balken und darüber gelegte, concav ausgeschnittene Brettstücke

115) Ponson a. a. O. III. 531.

geleitet. Sobald der obere Kranz des höchsten Rohres beim allmäligen Sinken in die Nähe der querliegenden Balken kommt, wird das Ausgussrohr abgenommen, ein neues Rohr eingeschaltet und das Ausgussrohr wieder aufgesetzt; alsdann beseitigt man das Querlager so lange, bis der Kranz hindurch ist.

Ein ganz ähnliches Verfahren fand früher in Schlesien statt, nur dass man sich hier bei demselben auch des Schläuchers bediente.[116]) Man unterstützte die Last der Pumpe, indem man sie durch Stempel gegen die Hauptlager absteifte und Behufs des Senkens diese Stempel durch kleinere ruckweise ersetzte, beziehungsweise ganz beseitigte. Begreiflicherweise ist diese Art zu senken mit den allergrössten Gefahren für die Pumpen selbst, wie für die Arbeiter verknüpft.

Wenn die Sohle des Schachtes nicht fest ist, die Pumpe also leicht einsinken könnte, so wird sie auf den Gruben bei Mons[117]) in der Weise aufgehängt, dass neben der Ventilkammer zwei eiserne Stangen seitlich angebracht und mit Ketten an den Ventilkasten befestigt werden; die Stangen werden nach Oben verlängert, indem die einzelnen Stücke durch Gabelschlösser mit einander verbunden werden, und enden oben in Schraubenspindeln mit rechteckigen Gängen, welche durch einen starken Balken gehen und mit Schraubenmuttern gehalten werden; das Senken erfolgt dann durch allmäliges Nachschrauben der Schraubenspindeln, bis Raum für das Einbringen eines neuen Rohres oben gewonnen ist. Bei grossen Sätzen nimmt man statt 2 solcher Führungsstangen deren 3 und schraubt diese Behufs des Senkens gleichmässig nieder. Für grössere Tiefen verwandelt man die oberen Theile des Satzes in feste und bringt das Lager für die Schrauben in der Tiefe des Schachtes unterhalb des festen Pumpensatzes an; man wird dies überall da thun können, wo die wasserdichte Auskleidung der Schächte, wie in Belgien, stückweise und alsdann definitiv erfolgt, so dass mit ihr auch die Verlagerung der Pumpen definitiv geschehen kann. Bietet aber der Schacht keine Gelegenheit, das Lager für die Schrauben fest zu verlagern, so muss man die Stangen mit den Schrauben auch dann bis zu Tage führen, wenn der obere Theil der Pumpen schon definitiv eingebracht ist.

Besser als bei Mons ist die Befestigung der Stangen an die Pumpe zu Anzin, wo ein zweitheiliger Ring um die Ventilkammer gelegt wird, dessen Bolzen zugleich das Auge der unteren Stange aufnehmen. Die Schraubenmutter geht hier, um sie leichter handhaben zu können, auf einer vertieften Stahlplatte, welche auf den Lagerbalken befestigt ist; das Drehen erfolgt durch Schraubenschlüssel. Auf der Grube Rhein-Elbe bei Gelsenkirchen bewirkte man in einem ähnlichen Falle die Bewegung der beiden Schraubenspindeln durch zwei Schrauben ohne Ende, indem die Muttern

[116]) Nottebohm: über das Senken von Schachtsätzen in Oberschlesien in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 10. B. S. 242.

[117]) Ponson a. a. O. III. 535.

die Nabe von gezahnten Rädern bilden, welche durch die endlosen Schrauben gedreht werden; die beiden Schrauben ohne Ende sitzen auf einer gemeinschaftlichen Achse, welche durch ein Zahnradvorgelege mit Kurbel bewegt wird.

In England[118]) bringt man zu jeder Seite der zu senkenden Pumpe — auch in den Fällen, wo die Schachtsohle vermöge der Festigkeit des Gebirges ein unmittelbares Aufsetzen gestatten würde — hölzerne Senkbäume an, welche unten mit Eisenbeschlag versehen sind und entweder einen zweitheiligen, um die Ventilkammer gelegten Ring oder die an das Saugrohr angegossenen Vorsprünge erfassen; diese Senkbäume werden in gewissen Entfernungen mit dem Steigrohr der Pumpe entweder durch eiserne zweitheilige Ringe oder durch umgewickelte Seile verbunden. Jeder Senkbaum erhält oben ein Kopfstück mit einer Oese und zwei Rollen auf ein und derselben Achse; darüber befinden sich an der Hängebank auf festem Balken andere Rollen, so dass durch Verbindung dieser Rollen mittelst Seilen Flaschenzüge entstehen, zu deren Bewegung Erdwinden dienen, welche, wenn der Satz gehoben werden soll, durch Pferde gedreht werden, während sonst die hängende Pumpe durch Anbringen von belasteten Schlitten an die Kraftarme der Erdwinde contrebalancirt wird.

In allen diesen besprochenen Fällen findet ein allmäliges Sinken des Pumpensatzes statt, es muss deshalb das Kolbenrohr so viel länger sein, als die Höhe des oben aufzusetzenden Steigrohrs beträgt. Ebenso muss der Ausguss Anfangs so viel höher stehen.

Auf der Scharleygrube in Oberschlesien hat man einen Satz in Schienen von U-förmigem Eisen aufgehängt, indem man an die Schienen Knaggen angebracht hat, welche unter die angegossenen Laschen des Kolbenrohrs und des Ventilkastens fassen, so dass die früher gebräuchlichen Einfassungslager entbehrlich werden und der Pumpe eine grössere Festigkeit gewährt wird; zur Erhöhung der Festigkeit sind an den Seiten der Schienen Knaggen angebracht, mit welchen der Satz gegen die Zimmerung abgebolzt wird.

Im Abteufen eines flachen Schachtes auf der Steinkohlengrube Abendstern bei Rosdzin in Oberschlesien hat man eine Rittinger Pumpe in Thätigkeit, welche mittelst Senkbäumen gesenkt und nach Oben verlängert wird. Die beiden Senkbäume sind 6,25 Meter lang, 13 Centimeter breit und 20 Centimeter hoch, glatt gehobelt und in die von 2,824 zu 2,842 Meter verlagerten Schwellen verlagert, in welchen sie mittelst Keile fest derartig befestigt sind, dass sie leicht nach Oben gelöst und gehoben werden können. Der über dem Plunger befindliche Windkessel bewegt sich mittelst eines angegossenen Führungsschlittens auf eisernen Schienen, welche auf den Senkbäumen befestigt sind. Der Plunger ist durch zwei auf die Senkbäume geschraubte Holzknaggen am Herausgehen gehindert, wenn die Pumpe

[118]) Ponson a. a. O. III. 543. — Greenwell: A practical Treatise on Mine Engineering. p. 141. — v. Dücker: gusseiserne Schachtverdichtung in Westfalen in Zeitschr. f. B., H.- u. S.-Wesen Bd. 5. B. S. 73.

am Gestänge gehoben oder herausgezogen werden soll, was mittelst der Maschine geschieht; sollte das Gestänge gebrochen sein, so ist an dem einen Senkbaum ein eiserner Haken angebracht, in welchen ein Seil oder eine Kette befestigt wird, um das Heben der Pumpe zu bewirken. Das Steigerohr, welches zugleich das Gestänge bildet, besteht aus Stücken von höchstens 9,416 Meter, welche mittelst Kugelcharniere mit einander verbunden sind und an ihrem oberen Ende durch eine Axe mit zwei kleinen Flangenrädern getragen werden; diese Räder laufen auf Holzleisten, welche an den Stellen, wo die Räder dauernd arbeiten, noch mit schwachem Flacheisen garnirt werden. Die Holzleisten müssen von dem untersten Räderpaare so weit nach Oben geführt werden, als ein Heben der Pumpe überhaupt zu erwarten steht, damit die Räder niemals ihre Führung verlieren; sie werden auf Bohlen genagelt, welche in die Schwellen eingefasst sind. Das Senken der Pumpe erfolgt immer auf 0,942 Meter oder 2,825 Meter Länge, je nach der Länge des einzuschaltenden Rohrstücks. Diese letzteren sind aus Gusseisen, während, nach Oben wenigstens, beim Einschalten eines ganzen Rohres von 9,416 Meter Länge schmiedeeiserne Rohre eingeschaltet werden. Das Steigrohr hat einen lichten Durchmesser von 0,105 Meter, während das gusseiserne Saugrohr 0,131 Meter weit und mit einem 0,157 Meter weiten schmiedeeisernen Saugkorb versehen ist. Dasselbe ist mit dem untersten Kugelcharnierstück verbunden. Unten ist der Saugkorb durch ein gekrümmtes Blech geschlossen, welches sich beim Senken oder Aufholen der Pumpe ungehindert auf der unebenen Streckensohle bewegen kann; vermöge des Kugelcharniers lässt sich das Saugrohr beliebig nach rechts und links drehen und in den Sumpf verlegen. Die Senkbäume sind nicht nur durch den sorgfältig aufgepassten Plunger, sondern auch noch durch schmiedeeiserne Traversen fest verbunden.[119])

### β. Mit Schläucher.

Das Verfahren, mit beweglichen Pumpen, welche mit Schläucher versehen sind, abzuteufen, ist in Schlesien schon seit langer Zeit gebräuchlich.[120]) Das Verfahren unterscheidet sich gegen das Vorige dadurch, dass nicht ein allmäliges beständiges Sinken, sondern ein zeitweiliges ruckweises stattfindet; es bedarf also hier keiner Verlängerung des Kolben- und Ausgussrohrs und andrerseits kann man von einem Senken zum andern die Pumpe fest unterfangen. Die einzelnen Rohre der Pumpe hängen in Kranzhölzern und Umfassungslagern, welche durch starke Schraubenbolzen mit den zu beiden Seiten der Pumpe hinabgeführten und mit dieser gleichmässig zu verlängernden Senkbäumen verbunden sind; die Lehre für die Senkbäume bilden die Hauptlager der Schachtzimmerung, welche mit

[119]) Diese Mittheilungen über die von dem Maschinenfabrikanten Hoppe ausgeführte Anlage verdanken wir dem Herrn Bergrath von Krenski.

[120]) Schraubensenkzeuge für Schachtpumpen im bergm. Taschenbuch von R. v. Carnall und O. Krug v. Nidda. Jahrg. 1846. S. 202.

entsprechenden Einschnitten zur Führung versehen sind. Zum eigentlichen Senken und Heben des Satzes dienen die Senkschrauben, welche über Tage durch einen starken Balken hindurchgehen und von denen aus starke Ketten hinunterführen; diese fassen in Backeneisen, welche an den innern Seiten der Senkbäume befestigt sind, so dass die Pumpe mit den Senkbäumen an den Senkschrauben hängt. Durch gleichmässiges Drehen der auf dem Balken angebrachten Schraubenmuttern drehen sich die Schraubenspindeln abwärts, was jedes Mal vorgenommen wird, wenn ein neues Rohr oben aufgesetzt werden soll. In früherer Zeit hat man immer nur um eine halbe Rohrlänge gesenkt, mit langen, kräftigen Senkschrauben ist man aber auch im Stande, eine ganze Rohrlänge abzusenken. Zur Verlängerung der Kette müssen Einschaltungsglieder von der Länge eines halben, beziehungsweise ganzen Rohres vorhanden sein; sind diese Reservestücke eingeschaltet, so werden neue Backeneisen zum Einhängen der Kette an höherer Stelle an die Senkbäume befestigt. Das Senken erfolgt nun in der Weise, dass nach Beseitigung des Pumpengestänges durch Drehen an den beiden Schraubenmuttern der Satz ein wenig angehoben wird, um die Unterstützungsbolzen der obersten Röhre zu beseitigen, alsdann folgt durch völlig gleichmässiges Drehen der Schraubenmuttern das Senken, wobei sorgfältig darauf zu achten ist, das beide Ketten gleichmässig straff bleiben und nirgends ein Aufsetzen stattfindet; ist das Senken um die halbe Rohrlänge beinahe erfolgt, so werden die Abfangebolzen wieder eingebracht, auf welche der Satz behutsam niedergelassen wird. Demnächst bringt man das neue Rohrstück ein, verlängert das Gestänge und lässt nun die Pumpe unberührt, bis der Schläucher allmälig wieder so weit ausgezogen ist, dass die Verlängerung der Pumpe nothwendig wird. Die Schraubenmuttern sind sechsseitig und werden durch (3 Fuss) 1 Meter lange Schraubenschlüssel leicht gehandhabt. Man hat die Schraubenschlüssel dadurch verbessert, dass man eine Art Sperrhaken anbrachte[121]) und die Schraubenmutter mit Zahnkränzen versah, wodurch erreicht ist, dass die Arbeiter nicht nach jeder Drehung den Schlüssel neu anlegen müssen, sondern durch Verlegen des Sperrhakens immer neue Angriffspunkte erhalten und daher von ein und derselben Stelle aus die Drehung vollenden können.

Eine andere Verbesserung ist dadurch erreicht, dass man statt der immerhin unzuverlässigen Ketten schmiedeeiserne Flachschienen, welche durch Schliesskeile verbunden sind, benutzt. Die Unsicherheit, welche dem Verfahren mit Senkschrauben noch immer anhaftet, und die Unmöglichkeit, mit der Last über ein gewisses Mass hinauszugehen, haben den Maschinenmeister Nottebohm veranlasst, ein hydraulisches Senkzeug anzuwenden.[122]) Die Senkbäume werden durch eiserne Gestänge, aus 20 Eisenstäben mit Laschenverbindung bestehend, bis zu Tage verlängert, wobei

[121]) Schles. Wochenschrift. Jahrg. 1859. S. 173.

[122]) Nottebohm: in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 10. B. S. 241.

Vorkehrungen getroffen sind, dass die Enden der beiden Gestänge genau in derselben Horizontalebene liegen, wo sie an das Querhaupt des Presscylinders angeschlossen werden. Der Presscylinder steht auf der Hängebank genau in der Mittelachse der zu senkenden oder zu hebenden Pumpe. Man lässt den Kolben leer in die Höhe gehen, schliesst die beiden Gestänge durch Keile an das Querhaupt an und, indem man das Wasser unter dem Kolben beseitigt, sinkt derselbe mit dem Gestänge und dem Pumpensatz um die Höhe des Kolbens nach Unten; das Spiel wiederholt man, bis der Satz die erforderliche Senkung erfahren hat. In gleicher Weise verfährt man, wenn man den Satz heben will, nur dass umgekehrt der aufgehende Kolben hier die Last des Satzes mit in die Höhe nimmt und leer zurückgeht. Diese Methode ist sehr wichtig und kann auch beim Einsenken schwerer und definitiver Sätze benutzt werden. Zur Speisung der hydraulischen Vorrichtung dient eine Dampfpumpe.

In der Regel wird man Saugpumpen beim Abteufen verwenden, weil deren Ventile und Kolben im Falle eines unerwarteten Eindringens der Wasser leicht ausgewechselt werden können. Doch finden sich auch Druckpumpen. Man benutzte auf dem Babaraschachte der Galmeigrube Guido bei Tarnowitz[123]) eine Dampfpumpe gewöhnlicher Construction, welche an einem Senkbaum befestigt wurde und dem Abteufen folgte, sie erhielt die Dämpfe aus den über Tage befindlichen Kesseln; Dampfrohr und Steigrohr wurden allmälig verlängert, das Ansaugen der Wasser erfolgte aus dem Vorgesümpfe mittelst Gummischlauch. Man erreichte mit dieser Vorrichtung, wobei der Druckkolben nur (5 Zoll) 13 Centimeter Durchmesser hatte, einen sehr guten Effect, indem man durch schwimmendes Gebirge (12 Lachter) 25 Meter damit abteufte und die Arbeit von 18 Wasserziehern ersetzte. — Aehnlich verfuhr man auf der Steinkohlengrube Guido bei Zabrze,[124]) wo die Dampfpumpe in 2 Senkbäumen hing, welche sich innerhalb der als Lehre dienenden Hauptlager der Schachtzimmerung bewegte, und welche nach Oben mit dem Vordringen des Abteufens verlängert wurden. Die Dämpfe wurden in kupfernen Röhren zu- und in besonderen wieder abgeführt; die Steigröhren waren der grösseren Leichtigkeit wegen aus Eisenblech hergestellt. Man drang hiermit bis zu (27 Lachter) 56 Meter mit dem Abteufen vor, wo man angeblich der schwierigen Dampfzuführungen wegen das Verfahren einstellte.

Auch auf dem Albertschacht der Steinkohlengrube Gerhard bei Saarbrücken[125]) ging man in ähnlicher Weise vor, indem man eine Dampfpumpe dem Abteufen folgen liess und deren Gestänge und Steigröhren nach Oben verlängerte; man hat auf solche Weise eine Teufe von (21 Lachtern) 44 Meter erreicht. — Etwas complicirter ist die Vorrichtung auf der Steinkohlengrube Johann Baptista bei Neurode in Niederschlesien

[123]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 8. A. S. 185.
[124]) Schles. Wochenschr. Jahrg. 1859. S. 78.
[125]) Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen Bd. 11. A. S. 260.

erfolgt, indem man die Dampfpumpe über Tage liess und ihre schmiedeeiserne Kolbenstange mit dem Pumpenkolben in directe Verbindung brachte; die Dampfpumpe war am oberen, die Abteufungspumpe, eine Druckpumpe am unteren Ende eines (12zölligen) 31 Centimeter starken Senkbaums befestigt; die Kolbenstange läuft in Lagern, welche am Senkbaum angebracht sind, an dessen anderer Seite die Steigröhren sich befinden. Der Senkbaum hängt mit 2 Senkschrauben in Querschwellen, welche auf der Hängebank sich befinden; die Schraubenmuttern liegen in Ansätzen an dem die Verbindung der Dampfmaschine mit dem Senkbaume vermittelnden gusseisernen Rahmstücke. Das Saugrohr der Pumpe ist mit einem gewöhnlichen Schläucher versehen, welcher ein Abteufen von (6 Fuss) 1,883 Meter gestattet; die Verlängerungsstücke des Senkbaums, des Gestänges und der Steigröhren sind (12 Fuss) 3,766 Meter lang, so dass provisorisch immer (6 Fuss) 1,883 Meter lange Stücke eingeschaltet werden. Um dies bewerkstelligen zu können, wird die Dampfpumpe gelöst, mittelst Flaschenzugs (6 Fuss) 1,883 Meter gehoben, so dass die Verlängerung stattfinden kann; demnächst wird die Maschine wieder gekuppelt und das Ganze (6 Fuss) 1,883 Meter gesenkt. Man erreichte eine Tiefe von ($35^2/_4$ Lachtern) 75 Meter, wobei man im Allgemeinen gefunden hat, dass das Abteufen mit Druckpumpen nicht so bedenklich ist, wie man sonst in der Regel anzunehmen pflegt.

Die Cameron'sche Dampfpumpe, bei welcher mit der Dampfmaschine die Pumpe unmittelbar in Verbindung steht, wird beim Abteufen benutzt.[126]) Dieselbe hängt Fig. 567 in einem Flaschenzug, mittelst dessen sie gesenkt und gehoben werden kann. Der Dampf wird durch das allmälig zu verlängernde Rohr a aus einem über Tage stehenden Dampfkessel zugeführt und durch das Rohr b ausgeblasen. Das durch das Saugrohr c angesaugte Wasser wird in das beim Vertiefen des Schachtes zu verlängernde Steigrohr d gedrückt und gelangt bei e zum Ausguss.

### 7. Motoren.

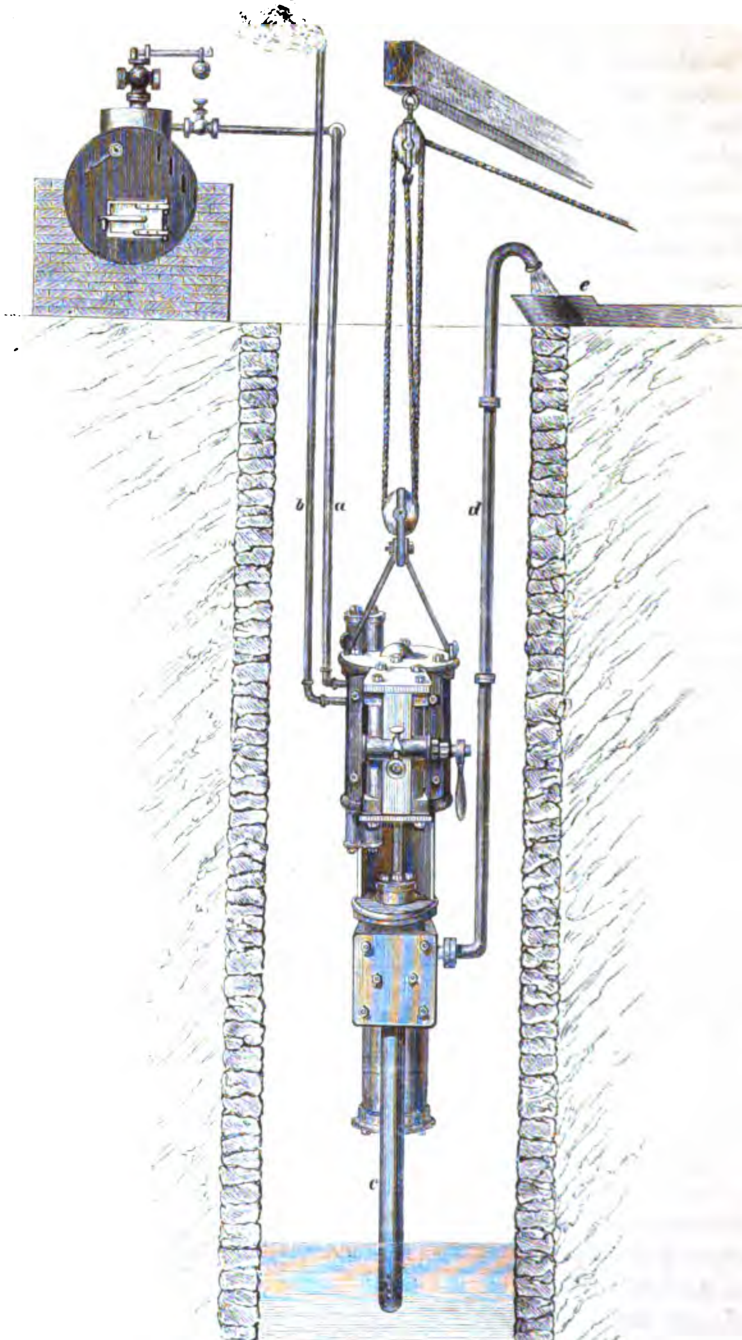
Die Pumpen beim Bergbau werden in seltenen Fällen durch Menschen oder andere lebende Motoren, ebenso selten durch vom Winde bewegte Maschinen, häufiger durch hydraulische Motoren, in den meisten Fällen durch Dampfmaschinen betrieben.

#### *aa.* Lebende Motoren.

Einfache und kleinere Pumpen können durch Menschenhände in Bewegung gesetzt werden und heissen dann Handpumpen, welche indess wohl nur beim Vorhandensein unbedeutender Zuflüsse im Schachtabteufen oder auch bei flachen Gesenkbauen angewendet werden. Die Handpumpen sind Krückel- oder Hebelpumpen.

[126]) The Engineering and Mining Journal. New-York. Vol. X. p. 241.

Fig. 567.



Bei den ersteren endet die Kolbenstange in einen Querarm, welchen der Arbeiter mit beiden Händen umfasst, wobei aber die Wirkung nur eine geringe ist. Bei der Hebelpumpe, wo der Kraftarm viele Male länger ist, als der Lastarm und ohnehin mehre Arbeiter zu gleicher Zeit anfassen können, ist die Wirkung eine grössere, zumal hier die Arbeiter durch Druck wirken, während sie bei der Krückelpumpe ziehen.

Noch wirksamer wird der Druck der Arbeiter bei den Tretpumpen, bei welchen der Pumpenhebel durch die ganze Last des Körpers der Arbeiter niedergedrückt wird.

Auch durch Pferde treibt man kleinere Pumpenwerke, indem man durch die Pferde eine stehende Welle bewegen lässt, von welcher mittelst Vorgelege die Kraft auf die Pumpen übertragen wird; solche Maschinen nennt man Rosskünste.

*bb.* Windkünste.

Sehr häufig bei dem Gradirwerksbetrieb der Salinen erscheinen Windkünste als Motoren der Pumpen, weil hier bei lebhaftem Winde auch die Gradirung einer besonders starken Speisung bedarf, also die Kraft des Windes zugleich als Motor für die Pumpen verwendet werden kann. Da ein regelmässiger Pumpenbetrieb bei Benutzung des Windes nicht möglich ist, so sind die Windkünste auch ungeeignet für den Bergbau, dennoch findet man sie hin und wieder auf Braunkohlengruben mit geringen Wasserzuflüssen. Die Pumpenkolbenstange greift häufig unmittelbar an die gekröpfte Flügelwelle der Windkunst an, so dass eine directe Uebertragung der Kraft stattfindet; richtiger ist es, der Welle ein Zahnradvorgelege zu geben, um einen grösseren Hub und eine geringere Zahl von Kolbenspielen nehmen zu können.

*cc.* Hydraulische Motoren.

*α.* Wasserräder und Turbinen.

Bei Pumpen, welche durch Wasserräder bewegt werden, wird die Kraft in der Regel durch Krummzapfen übertragen, wobei eine Umsetzung durch Vorgelege nicht erforderlich ist, wenn man gewöhnliche verticale Wasserräder hat, dagegen ist dieselbe nothwendig bei horizontalen Wasserrädern (Turbinen). Bei den gewöhnlichen Wasserradkünsten greift das Pumpengestänge entweder unmittelbar an den Krummzapfen der Radwelle, oder es hängt an einem Hebel (Kunstkreuz), welcher vom Krummzapfen mittelst einer besonderen Lenkerstange in auf- und abgehende Bewegung gesetzt wird.

Für Turbinen muss ähnlich, wie bei den Rosskünsten mit stehender Welle, ein Zahnradvorgelege vorhanden sein, indem ein auf der Turbinenwelle sitzendes Rad in ein anderes der Krummzapfenwelle einzugreifen hat; für Turbinen mit schneller Umdrehung ist mehrfache Umsetzung erforderlich, so dass sie für Pumpenwerke weniger geeignet sind, als die langsamer sich bewegenden Wasserräder.

β. Wassersäulenmaschinen.

Die Wassersäulenmaschinen eignen sich vorzugsweise zur Bewegung von Pumpen und sind stets direct wirkend; dabei liegen Treibekolben und Pumpenkolben entweder in einer Ebene und sind durch ein und dieselbe Stange verbunden, oder der Pumpenkolben ist seitwärts durch einen Krums an das Gestänge angeschlossen, weshalb zur Ausgleichung des Gestängegewichts ein Contrebalancier erforderlich ist; zweckmässiger ist es ein Scherengestänge anzuwenden, bei welchem also der Treibcylinder, wie der Pumpencylinder zwischen den beiden Stangen liegt und die Kraft durchaus centrisch angreift, wobei zur Ausgleichung des Gestängegewichts beim Niedergange ein hydraulischer Balancier angebracht ist. Solche Wassersäulenmaschinen finden sich in Ungarn, bei Freiberg,[127]) im Mansfeldischen, überall gern da, wo man mehre Stolln über einander hat, so dass man die Aufschlagewasser der Maschine aus dem oberen Stolln auf dem unteren Stolln bequem abführen kann. Bei der grossen bairischen Soolleitung von Berchtesgaden über Reichenhall und Trauenstein nach Rosenheim sind neun Wassersäulenmaschinen zum Heben der Soole aufgestellt, welche nach verschiedenen Systemen construirt sind.[128])

Zu Przibram stehen zwei Wassersäulenmaschinen seit mehren Jahren in Benutzung, von denen die eine ein Steuerungssystem von drei Kolben, die andere ein solches mittelst Schieber hat. Nach den gemachten Erfahrungen ist der Schiebersteuerung der Vorzug vor der Kolbensteuerung unbedingt einzuräumen.

Wassersäulenmaschinen, welche auf einigen Gruben bei Saarbrücken, wie oben S. 82 erwähnt ist, zur Förderung aus flachen Abhauen benutzt werden, dienen zugleich zur flachen Wasserhaltung, indem auf der Treibwelle ein Treibrad aufsitzt, welches durch eine Kuppelung je nach dem Bedürfniss ausrückbar ist und in ein Getriebe eingreift, an welches das Gestänge angeschlossen ist. Dasselbe läuft auf Rollen im flachen Schachte und treibt eine Druckpumpe von 15,7 Centimeter Durchmesser und 94,2 Centimeter Hub, mittelst welcher die Wasser 39,6 Meter seiger, beziehungsweise 233,4 Meter flach bei einer Steigung von 9 Grad 46 Minuten gehoben werden.[129])

Vom Kunstmeister Bornemann in Freiberg werden Wassersäulenmaschinen zur Benutzung beim Abteufen von Schächten, welche mit den Hauptwasserhaltungsschächten nicht in Verbindung stehen, empfohlen.[130])

---

[127]) Weisbach a. a. O. 925.

[128]) Ebenda S. 930.

[129]) Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen Bd. 19. B. S. 175.

[130]) Bornemann: über die Wasserhaltung in Separatabteufen mittelst kleiner Wassersäulengezeuge in Jahrbuch für den Berg- und Hüttenmann auf das Jahr 1872. Freiberg 1872. S. 157.

*dd.* Dampfmaschinen.

Man unterscheidet einfach construirte und zum Heben geringerer Wassermengen bestimmte Dampfpumpen, wie sie oben bei den Abteufpumpen bereits erwähnt sind, in der Regel aber zur Speisung der Dampfkessel dienen, und für grössere Pumpenanlagen bestimmte Dampfkünste. Beide können direct oder indirect wirkend sein: bei jenen verlängert sich die Kolbenstange des Dampfcylinders in die Kolbenstange oder das Gestänge der Pumpe, die indirect wirkenden Dampfmaschinen übertragen die Kraft auf die Pumpe entweder durch einen auf- und abgehenden Balancier oder durch einen rotirenden Krummzapfen, beziehungsweise einen Zahnradmechanismus. Bei den direct wirkenden Maschinen geht der Hub der Dampfmaschine unmittelbar auf die Pumpe über; bei den Balanciermaschinen tritt eine Abänderung in der Richtung des Hubes ein, so wie auch die Grösse des Hubes in der Regel dadurch abgeändert wird, dass man den Lastarm des Balanciers kürzer macht, als den Kraftarm; bei den Maschinen mit Vorgelege endlich wird nicht nur die Richtung und Grösse des Maschinenhubes in den Pumpen abgeändert, sondern auch die Anzahl der Kolbenspiele verändert.

Die direct wirkenden Dampfkünste stimmen mit dem Princip der Wassersäulenmaschine überein, sie sind in der Regel einfach wirkend, indem der Dampf unter den Kolben tritt, während das Gestängegewicht den Niedergang hervorruft, zu dessen Ausgleichung, so wie zur Erzielung eines regelmässigen, gleichmässigen Ganges ein Gegengewicht vorhanden ist. Kleinere Dampfpumpen, so wie schneller arbeitende Dampfkünste, welche nicht direct wirken, werden doppelt wirkend construirt und erhalten ein Schwungrad, um einen regelmässigen Gang hervorzurufen. Auch direkte Dampfkünste sind doppeltwirkend hergestellt, wie namentlich in Westfalen, auch in Oberschlesien.

Ueber die Frage der zweckmässigsten Construction der Wasserhaltungs-Dampfmaschinen besteht zur Zeit eine grosse Bewegung unter den Maschinen- und Bergtechnikern, ohne dass bis jetzt ein System allgemein als das bessere befunden worden wäre. Für die grossen Tiefen und bedeutenden Wassermengen, welche meistentheils beim Steinkohlenbergbau erreicht werden, empfehlen sich am wenigsten die rotirenden Maschinen, denn obwohl dieselben eine grössere Zahl Hübe gestatten, als die direct wirkenden und durch die Schwungradmassen die hydraulischen Widder mehr ausgeglichen werden, als bei jenen, so erfordern sie doch eine so grosse Menge Zwischengeschirr und Fundamentirungen, dass sie sowohl in der Anlage, wie in der Unterhaltung kostspielig sind. Aehnliches gilt von den indirect wirkenden Balanciermaschinen. Als ein bedeutender Fortschritt waren daher die direct und einfach wirkenden Maschinen anzusehen, welche bis in neuerer Zeit mit einem Cylinder mit und ohne Condensation, aber ohne Expansion hergestellt wurden; man kann bei diesen Maschinen die Höhe des Hubes sehr ver-

grössern, muss dagegen die Zahl der Hübe verringern, die Aufstellung des Cylinders in der Regel auf eisernen Trägern über dem Schachte ist eine verhältnissmässig einfache und das schwerköstige und schwerfällige Zwischengeschirr fällt gänzlich fort. Durch den Ingenieur Kley zu Bonn ist für die einfach und direct wirkenden Maschinen die Expansion durch Anwendung des Woolf'schen Princips eingeführt und von demselben eine Reihe solcher Maschinen aufgestellt, wie auf dem Altenberg bei Aachen, auf der Grube Heinitz bei Saarbrücken, auf dem Kalksteinbruch bei Rüdersdorf und an anderen Orten. Das System ist zwar insofern complicirter, als eine grössere Anzahl von Ventilen, Kolben, Stopfbüchsen u. s. w. erforderlich ist, wodurch Anlage und Unterhaltung kostspieliger wird, dagegen ist der Kohlenverbrauch jedenfalls ein geringerer, der Gang der Maschine ist bei Weitem regelmässiger und sanfter, die Gesammtkraft wird während des Hubes gleichmässiger entwickelt, so dass weniger Schwungmasse nothwendig ist, um eine gewisse Gleichförmigkeit zu erreichen; auch bietet die Maschine, da der auf die einzelnen Theile ausgeübte Dampfdruck viel geringer ist, eine grössere Sicherheit gegen Brüche dar.[131])

Von grosser Bedeutung ist die durch die Anwendung der eisernen Gestänge hervorgerufene, von dem Ingenieur Ehrhardt bewirkte Construction der doppelt wirkenden Dampfmaschinen, welche derselbe anfänglich mit einem Cylinder ohne Expansion, in neuerer Zeit nach Woolf'schem System mit Expansion herstellt.[132]) Bei diesen Maschinen wird die Arbeit des Dampfes beim Niedergange des Kolbens nicht, wie bisher, durch Gegengewichte nutzbar gemacht, sondern es wird ein hinreichend steifes Gestänge eingebaut, welches durch den Dampf sowohl gehoben, wie niedergedrückt wird. Das Gestänge braucht nun nicht mehr so stark belastet zu sein, dass sein Gewicht dem Druck der Wassersäule entspricht, wobei schwere Gegengewichte zur Ausgleichung beim Hube des Gestänges erforderlich werden, sondern es genügt, wenn das Gestänge ein Gewicht gleich dem halben der Wassersäule hat, wobei nur kleine Differenzen durch geringere Gegengewichte auszugleichen sind. Als Gestängeform hat Ehrhardt die kastenartige, aus 2 U-Schienen und 2 Flachschienen bestehende, eingeführt, welche bereits oben S. 408 erwähnt wurde. Der Vortheil der doppelt wirkenden Maschinen besteht in den geringeren Dimensionen, welche dem Cylinder zu geben sind. Wenn bei einer einfach wirkenden Maschine zur Ausgleichung der Wassersäule ein Gestängegewicht von G Kilogramm nothwendig ist und daraus ein Cylinderdurchmesser von q ☐ Centimeter resultirt, so ist bei der doppelt-

[131]) v. Detten: Die im Oberbergamtsbezirk Dortmund zur Anwendung kommenden Wasserhaltungsmaschinen- u. Pumpensysteme in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 17. B. S. 303.

[132]) v. Detten: Ebenda. — Glückauf. Essen 1866. No. 35. — Polytechnisches Centralblatt. Leipzig 1868. S. 1345. — v. Hauer in österr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1870. S. 297; derselbe in Dingler polytechn. Journal. Bd. 198. S. 168; derselbe in Berggeist. Köln 1870. S. 555.

wirkenden nur ein Gestängegewicht = ½ G und ein Cylinderquerschnitt = ½ q erforderlich, so dass sich in beiden Fällen die Durchmesser der Cylinder verhalten wie $1 : \sqrt{½} = 1 : 0{,}707$. Hiernach können also die Maschinen nach Ehrhardt's Construction beträchtlich kleiner sein, als die einfach wirkenden; bei der directen Wirkungsweise derselben und dem hohen Hub, welcher ihnen gegeben wird, erlangt die Maschine eine solche Gedrängtheit und ein Minimum von gehendem Zeuge, so dass nicht nur die Kosten der Anlage, sondern auch der Unterhaltung bedeutend verringert werden. Das Hauptbedenken, welches gegen die Ehrhardt'sche Construction erhoben wird, ist das, dass das Gestänge auf Zug und Druck, also nicht nur die absolute, sondern auch die relative Festigkeit in Anspruch genommen wird, weshalb man Schlottern und Brüche des Gestänges befürchtet. Ehrhardt meint diese Besorgniss durch die grösste Aufmerksamkeit bei Herstellung des Gestänges und durch sorgfältige Führung beseitigen zu können, was indess nicht überall gelungen ist.

Auf der Steinkohlengrube Ferdinand bei Kattowitz in Oberschlesien ist durch den Maschinenfabrikanten Hoppe in Berlin eine doppelt wirkende Woolf'sche Maschine mit Schwungrad vor kurzer Zeit fertig gestellt worden,[133]) welche dahin projectirt ist, (240 Kubikfuss) 7,420 Kubikmeter Wasser aus (1000 Fuss) 314 Meter Tiefe zu heben. Die Maschine ist eine indirect wirkende mit schmiedeeisernem Balancier; sie macht 15 Umgänge in der Minute und ist auf sechsfache Expansion eingerichtet, das Pumpengestänge hat einen Hub von (6 Fuss) 1,883 Meter; es sollen bei vollständig erreichter Tiefe drei Drucksätze von (24 Fuss) 628 Millimeter einander zuheben. Von den Dimensionen erhält man einen Begriff, wenn man erwägt, dass das Schwungrad 33500 Kilogramm wiegt. Bemerkenswerth bei dieser Maschine ist auch das Gestänge, welches aus Blechröhren von je (40 Fuss) 12,5 Meter Länge, (15 Zoll) 390 Millimeter lichter Weite und (¾ Zoll) 20 Millimeter Blechstärke zusammengesetzt ist und deren Verbindung mittelst Muffen und Keile aus Figur 568 und 569 hervorgeht. — Eine ähnliche Woolf'sche Maschine mit Balancier und Schwungrad arbeitet auf dem Bleiberge bei Aachen, erbaut zu Seraing. Im Schachte befinden sich vier Drucksätze von 182 Meter Gesammtlänge und 650 Millimeter Durchmesser, welchen eine Saugpumpe von 60 Meter Länge, 820 Millimeter Durchmesser und 3,125 Meter Hub zuhebt; der Hub der Saugpumpe zu dem der Druckpumpen verhält sich wie 5 : 4, so dass also der Hub der letzteren 2,5 Meter beträgt, wie ihn auch der grosse Dampfcylinder hat, während der Hub des kleineren Dampfcylinders die Hälfte, also 1,25 Meter beträgt. Die Zahl der Hübe ist 3½ in der Minute im Minimum, 8⅓ im Maximum, da man, obwohl der Constructeur 12 Hübe für zulässig erklärt, schon bei 10 Hüben ein Schlottern des Gestänges wahrgenommen hat. Die Maschine auf der Ferdi-

[133]) v. Hauer: in den angegebenen Quellen. — Zeitschr. des Vereins deutsch. Ingen. Bd. 15. S. 593.

nandgrube weicht von dieser dadurch ab, dass der grosse Dampfcylinder doppelt so viel Hub als das Pumpengestänge hat.[134])

Eine grosse Balanciermaschine von 1500 Pferdekräften ist zu erwähnen, welche auf der Lehigh Zinc Company's Mine in Pennsylvanien auf-

Fig. 568.

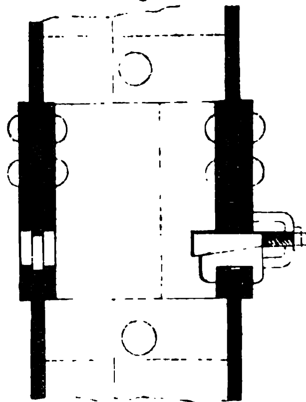
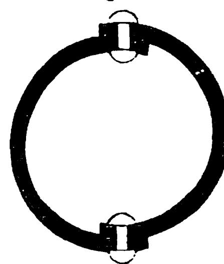


Fig. 569.



gestellt ist, deren Kolbendurchmesser 2,8 Meter, deren Hub 3,05 Meter beträgt, welche 68,25 Kubikmeter Wasser 100 Meter hoch hebt. Die Pumpen bestehen bis 27 Meter Tiefe aus 2 Drucksätzen von 0,785 Meter Durchmesser, denen durch zwei in Drahtseilen hängenden Saug- und Hubpumpen die Sumpfwasser zugehoben werden.[135])

Die bereits oben S. 411 erwähnten, unterirdisch aufzustellenden Maschinen mit geringem Hub, aber mit einer grossen Zahl von Hüben, bei welchen das Gestänge ganz in Wegfall kommt, gehen einer grossen Entwickelung entgegen. Zunächst wird bei diesen Maschinen wesentlich an Anlagecapital gespart, weil das Schachtgestänge fortfällt und weil deshalb dem aufsteigenden Wasserstrom eine grössere Geschwindigkeit gegeben werden kann, man also geringere Dimensionen in den Pumpenröhren wählen kann, als gewöhnlich, auch hat man keine Maschinengebäude und keine kostspieligen Fundamentirungen über Tage nöthig, wogegen allerdings die Herstellung der unterirdischen Räume unter Tage zur Aufnahme der Maschinen und Pumpen hinzutritt. Dann aber werden die Betriebskosten billiger, weil ein grosser Theil des Zwischengeschirrs fortfällt, welches bei allen bisher üblichen Constructionen grosse, beständig mit zu bewegende Massen ausmacht; die Kraft zur Bewegung solcher Massen erübrigt bei diesen Maschinen, wie auch die nicht unbedeutenden Unterhaltungskosten derselben. Ferner haben diese Maschinen den grossen Vorzug, dass die Wasser-

[134]) Berggeist. Köln 1872. S. 531.

[135]) Ebenda. S. 121. — Glückauf. 1872. No. 13. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1872. S. 347. — Dingler polyt. Journal. Bd. 204. S. 159.

haltung nur sehr selten Störungen ausgesetzt wird, weil eben der Mechanismus so einfach ist, dass Unordnungen desselben kaum zu fürchten sind; zum Schutze gegen den etwaigen Wasseraufgang bei kleineren Reparaturen an der Maschine müssen ausreichende Sümpfe vorhanden sein, welche den Stillstand der Wasserhebung auf einige Tage gestatten; andrerseits müssen zum Schutze gegen plötzliche Wasserdurchbrüche die Sümpfe abgesperrt und Maschine und Pumpen sicher gestellt werden können. In solcher Weise bieten diese Maschinen volle Sicherstellung der Wasserhaltung. Auch darauf ist nicht geringer Werth zu legen, dass man die Leistung dieser Maschinen den Verhältnissen jeder Bausohle anpassen kann und die der tieferen Sohlen ganz ausser Betracht lassen kann, während bei den bisherigen Einrichtungen die Anlagen gleich von Anfang an in solcher Stärke gewählt werden müssen, welche für das Tiefste der Grube nothwendig ist; man hat also eine lange Betriebszeit hindurch viel kräftigere Maschinen und Pumpen in Thätigkeit, als die oberen Teufen erfordern, dadurch aber höhere Anlage- und Betriebskosten und wird ausserdem häufig die Wahrnehmung machen, dass die Maschinen, wenn sie zu ihrer grössten Leistungsfähigkeit gelangen sollen, bereits abgenutzt sind.[136])

Dergleichen Maschinen sind projectirt oder in der Ausführung begriffen im Mansfeldischen, auf den fiskalischen Gruben König und Königin Luise in Oberschlesien, auf den Gruben bei Saarbrücken, im Wormrevier bei Aachen, in Westfalen. — In Frankreich hat man auf den Kohlengruben zu Blanzy bereits im Jahre 1867 eine derartige Maschine von 300 Pferdekräften in einer Tiefe von 340 Meter aufgestellt, um 25000 Hektoliter Wasser täglich zu heben.[137]) Burat spricht die Ueberzeugung aus, dass diese Wasserhaltungsmaschine einen um so wichtigeren Fortschritt der Bergbaukunst bezeichnet, als er sich der grössten Schwierigkeit zuwendet, welche der Entwickelung des Bergbaues in grösseren Tiefen entgegensteht.

In Montceau-les-mines hat man eine solche Maschine mit bestem Erfolge in jüngster Zeit eingebaut und in Thätigkeit gesetzt. Dieselbe ist eine Zwillingsmaschine von 200 Pferdekräften, welche 4 Plungerpumpen treibt, durch welche in der Minute 2½ bis 3 Kubikmeter Wasser 300 Meter drücken. Bemerkenswerth bei diesen Pumpen sind die aus Gussstahl gefertigten Ventile, welche eine sehr geringe Auflagefläche auf dem Ventilsitz gestatten, so dass die Differenz des Drucks über und unter dem Ventil beim Beginn des Hubes auf ein Minimum herabsinkt.[138]) — Auf der Steinkohlengrube Melchior bei Waldenburg hat man einen Versuch mit einer unterirdischen Maschine gemacht und dazu eine amerikanische Uni-

---

[136]) Leuschner: Mittheilungen über Kupferhandel, Hüttenwesen und Bergbau in England in Zeitschr. f. B., H.- u. S.-Wesen. Bd. 18. S. 226.

[137]) Burat: les houillères en 1867. Paris 1868. p. 177.

[138]) Glückauf. Essen 1872. No. 1. — Audemar: mémoire sur la nouvelle machine d'épuisement intérieure de Montceau-les-Mines in Bulletin de la société de l'industrie minérale. Paris. II. Série. Tome 1. p. 437.

versal-Dampfpumpe, wie sie von Gebr. Decker in Canstatt gebaut werden, benutzt; die Resultate sind im Ganzen auch hier zu Gunsten der unterirdischen Aufstellung der Wasserhaltungsmaschinen ausgefallen.[139]) — Am meisten ausgedehnt ist die Benutzung der unterirdischen Wasserhaltungsmaschinen bereits in England. Man wendet daselbst zwei verschiedene Principien an: entweder nach Art der amerikanischen Pumpen oder Maschinen mit Schwungrad. Bei den amerikanischen Pumpen haben Dampfcylinder und Pumpe eine gemeinschaftliche Achse und sind dadurch zu einem Ganzen mit einander verbunden, dass die Deckel des Pumpen- und des Dampfcylinders, verbunden durch ein Zwischenstück, als ein Ganzes gegossen sind; sie sind sehr compendiös und lassen sich leicht fundamentiren. Man hat sowohl die Construction von Maxwell, welche von der Firma Hayward Tyler & Co. in London dargestellt wird, so wie die Construction von Cameron, welche von Tangye brothers in Birmingham benutzt wird, zur Anwendung gebracht. Beide Constructionen unterscheiden sich besonders durch die Steuerung, welche bei den Maschinen von Tyler sehr viel complicirter, als bei denen von Tangye ist. Von den ersteren sind daher meistentheils auch nur erst Exemplare kleinerer Dimensionen in Benutzung, während das Princip von Cameron auch schon bei grösseren Anlagen sich angewendet findet.[140]) — Die Maschinen mit Schwungrad, um deren Einführung die Fabrik von Ommaney zu Selfort bei Manchester sich besonders bemüht, sind Zwillingsmaschinen mit zwei doppelt wirkenden Pumpen, welche durch ein Querhaupt unmittelbar mit den Dampfkolbenstangen verbunden sind; zwei nicht grosse, auf gemeinschaftlicher Achse sitzende Schwungräder werden durch Kurbelstangen von dem Querhaupte aus bewegt und reguliren die Gleichmässigkeit der Bewegung und der Dampfexpansion. Diese Maschinen gehen viel ruhiger, als die erst erwähnten, und namentlich ist das bei jenen beobachtete Schlagen der Ventile nur bei sehr schnellem Gange der Maschine wahrzunehmen. Die letzterwähnte eignet sich daher auch sehr viel mehr zu grösseren Anlagen, welche bedeutendere Wassermengen aus grösseren Tiefen zu drücken haben. Es unterliegt keinem Zweifel, dass diese Maschine bei längerer Erfahrung ihrer unbestrittenen Vortheile wegen sich immer weiteren Eingang verschaffen werden. — Wichtig für diese Anlagen ist die Beschaffung und Abführung des Dampfes. Man begegnet ziemlich allgemein der Ansicht, dass es vortheilhafter sei, auch die Dampferzeuger unterirdisch aufzustellen, welcher Ansicht wir unsrerseits nicht beipflichten möchten. Denn die Einbringung und Aufstellung der Dampfkessel im Tiefsten des Schachtes ist sehr beschwerlich und kostspielig, die durch die Feuerung der Kessel und durch die Entwickelung

[139]) Holtzhausen in Zeitschr. des Vereins deutscher Ingen. Bd. 16. S. 545.

[140]) Zeitschr. des Vereins deutsch. Ingen. Bd. 16. S. 225. — Dingler polyt. Journal. Bd. 205. S. 82. — Berg- u. hüttenm. Zeitung v. Kerl u. Wimmer. 1872. S. 347. — Oesterr. Zeitschr. f. B.- u. H.-Wesen. Wien 1872. S. 191. 238. — Leuschner a. a. O.

des Dampfes erzeugte Hitze ist schwer zu beseitigen, die Controle der Dampfkessel sehr schwierig und dadurch die Sicherheit des Betriebes gefährdet. Wird der Dampf über Tage erzeugt, so bedarf es allerdings eines Dampfzuleitungsrohres im Schachte, wodurch besondere Anlagekosten erwachsen und Verminderung der Dampfspannung eintritt; der letztere Uebelstand kann aber durch sorgfältige Umhüllung der Dampfleitungsröhren erfahrungsmässig auf ein Minimum reducirt werden, so dass die Nachtheile der Aufstellung der Dampfkessel über Tage weit überwogen werden durch diejenige der unterirdischen Aufstellung. Zur Beseitigung der gebrauchten Dämpfe hat man ein Abführungsrohr durch den Schacht zur Hängebank zu führen. Hierdurch aber wird ein schädlicher Gegendruck auf den Dampfkolben ausgeübt, welcher nur durch Condensation der Dämpfe zu beseitigen ist, was man in England, wo man indess meistentheils den Dampf unmittelbar in den Wetterschacht ausblasen lässt, bereits in verschiedener Weise versucht hat.

### *ee.* Comprimirte Luft.

Auf der Grube Gerhard bei Saarbrücken hat man die zu andern Zwecken (siehe oben S. 80) aufgestellte Luftcompressionsmaschine benutzt, auf der zweiten Tiefbausohle des Albertschachtes in (45 Lachter) 94,158 Meter unter Tage eine Druckpumpe zu betreiben,[141]) welche bestimmt ist, Speisewasser für die Dampfkessel und Kühlwasser für die Luftcompressionsmaschine zu heben, aber auch die Wasser von der zweiten Tiefbausohle zu wältigen. Die Pumpe hat die Construction der Dampfspeisepumpen und wurde früher auch zu diesem Zweck benutzt. Die Pumpe steht auf einem Holzrahmen über einem kleinen Sumpfe und drückt die Wasser in einem 52 Millimeter weiten schmiedeeisernen Rohre zu Tage. Die Maschine verbraucht bei 20 Doppelhüben in der Minute (6,78 Kubikfuss) 0,206 Kubikmeter Luft und hat eine theoretische Leistung von 1,30 Pferdekräften, während die effective Leistung 0,44 Pferdekräfte, der Nutzeffect also 0,35 beträgt. Die Pumpe arbeitet regelmässig während des Ganges der Luftcompressionsmaschine in der 10stündigen Tagesschicht, wird aber auch während der Nacht einige Stunden nach Bedürfniss betrieben, um sämmtliche Wasser der zweiten Sohle halten zu können. — Solche Maschinen sind für westfälische und schlesische Gruben von der Fabrik von Sievers & Comp. (Actiengesellschaft Humboldt) zu Kalk bei Deutz in neuerer Zeit mehrfach hergestellt worden.[142]) — Auf englischen Gruben, z. B. der Morriston Grube und der Cawdor Grube bei Swansea in Südwales hat man solche Maschinen im Betriebe, deren Cylinder 0,305 Meter Durchmesser, 0,610 Meter Hub hat, und in welcher die comprimirte Luft direct auf einen Plunger von 0,127 Meter Durchmesser wirkt. Auf

[141]) Hasslacher in Zeitschr. f. B.-, H.- u. S.-Wesen. Bd. 17. B. S. 47.
[142]) Der Berggeist. Köln 1872. S. 137.

der Morriston Grube werden bei 45 Hüben in der Minute 18,5 Hektoliter Wasser gehoben; auf der Cawdor-Grube, wo der Plungerkolben dicker ist, werden 22,25 Hektoliter in der Minute gehoben.[143]) — Eine eigenthümliche Anwendung der comprimirten Luft zum Wasserheben hat der Bergwerksdirector Hilt auf den Gruben im Wurmrevier bei Aachen gemacht.[144]) Ein cylinderisches Gefäss von 1,569 Meter Länge und 0,785 Meter Durchmesser, also 0,75 Kubikmeter Inhalt wird in den zu entleerenden Sumpf gelegt. An dem einen Deckel befindet sich eine nach Innen sich öffnende Klappe, durch welche das Wasser eintritt, durch den anderen Deckel geht ein Rohr, welches bis nahe an den Boden reicht und durch welches das in das Gefäss eingetretene Wasser in die Höhe gedrückt wird; ein anderes Rohr in dem Deckel dient zum Zuführen der comprimirten Luft, ein drittes zum Abführen derselben. Das Wasserrohr und das Luftzuleitungsrohr werden durch Hähne geschlossen, das Ableitungsrohr geöffnet, worauf das Wasser durch die sich öffnende Klappe in den Cylinder eintritt; sobald derselbe gefüllt ist, schliesst man das Luftableitungsrohr und öffnet die beiden anderen Röhren: die eindringende comprimirte Luft hält die Klappe geschlossen und drückt das im Cylinder befindliche Wasser durch das Wasserrohr zu Tage. Sobald der Cylinder geleert ist, schliesst man die geöffneten Hähne, worauf von Neuem Wasser in den Cylinder tritt und das Spiel von Neuem beginnt. Der Nutzeffect der Betriebsmaschine, welche die comprimirte Luft liefert, ist natürlich nur ein geringer und wird von Hilt nur zu 10 Procent angegeben; gegen den Effect der früher durch 15 Mann betriebenen Handpumpen ist der Vortheil des Apparats ein sehr bedeutender.

[143]) Ebenda. S. 113. — Glückauf. Essen 1872. No. 12. — Berg- u. hüttenm. Zeitung von Kerl u. Wimmer. Leipzig 1872. S. 347.

[144]) Glückauf. Essen 1871. No. 20. 28. — Der Berggeist. Köln 1871. S. 359.

# Benutzte Literatur.

## I. Bücher.


*Dr. Heinrich Achenbach.* Die Bergpolizei-Vorschriften des Rheinischen Haupt-Berg-Districts nebst den Bestimmungen über deren Erlass und Handhabung. Köln 1859.

*Aug. Heinr. Beer.* Erdbohrkunde. Ein Abschnitt aus den Aufschluss- und Ausrichtungs-Arbeiten der allgemeinen Bergbaukunde. Prag 1858.

*Gust. Bischof.* Lehrbuch der Chemischen und Physikalischen Geologie. 2. Aufl. Bonn 1863.

*F. Bischof.* Die Steinsalzwerke bei Stassfurt. Halle 1864.

*A. Bochkoltz.* Der patentirte, mittelst comprimirter Luft wirkende Kraftregenerator zur Beseitigung der durch selbstthätige Pumpenventile veranlassten erheblichen Arbeitsverluste. Wien 1869.

*Bruckmann.* Magnalia Dei in Locis subterraneis oder unterirdische Schatzkammer aller Königreiche und Länder. Braunschweig 1727. 2. Theil. Wolfenbüttel 1830.

*Amadée Burat.* La Géologie appliquée ou traité de la recherche et de l'exploitation des minéraux utiles. Paris 1843. 4 édition Paris 1858/59. Deutsch von Heinr. Krause und J. P. Hochmuth. Berlin 1844.

*Am. Burat.* Le Matériel des Houillères. Paris 1860. Deutsch von C. Hartmann. Brüssel und Leipzig 1861.

*Am. Burat.* Les Houillères en 1867. D'après les documents de l'exposition universelle. Paris 1868. Dasselbe aus dem Jahre 1868. Paris 1869.

*Am. Burat.* Etudes sur les mines, théorie des gîtes métallifères. Deutsch von Dr. C. Hartmann.

*Ch. Combes.* Traité de l'exploitation des Mines. Paris 1844. Deutsch von Dr. C. Hartmann. Weimar 1844.

*Ch. Combes.* Traité complet de l'Aérage des Mines. Bruxelles 1840.

*Bernhard Cotta.* Gangstudien oder Beiträge zur Kenntniss der Erzgänge. Freiberg 1850.

*Bernh. Cotta.* Die Lehre von den Flötzformationen. Freiberg. 1856.

*Bernhard von Cotta.* Die Lehre von den Erzlagerstätten. Freiberg 1861.

*H. von Dechen.* Gutachten über die Bodensenkungen in und bei der Stadt Essen. Als Manuscript gedruckt. Bonn 1869.

*M. J. Degoussée.* Guide du Sondeur ou Traité théorique et pratique des Sondages. Paris 1847.

*Degoussée.* Die Anwendung des Berg- oder Erdbohrers. Quedlinburg 1851.

*M. J. Degoussée et Ch. Laurent.* Guide du Sondeur ou traité théorique et pratique des Sondages. Paris 1861.

*Devillez.* De l'exploitation de la houille à la Profondeur d'au moins mille mètres. 2 édit. Liège 1859.

*C. Dittmar.* Gebrauchsanweisung für Dualin. Charlottenburg 1869.

*von Dücker.* Die Seileisenbahn. Separatabdruck aus dem Notizblatt des deutschen Vereins f. Ziegelfabrikation. 1871.

*M. Dunn.* A Treatise on the Winning and Working of Collieries. 2 edition. Newcastle-upon-Tyne. 1852.

*Des Echelles mobiles* dites *Fahrkunst.* Leur inventeur Hubert Sarton de Liège. Liège 1860.

*Erläuterungen zur Flötzkarte des Saarbrücker Steinkohlendistricts.* Gotha. Justus Perthes.

*C. W. Frommann.* Die Bohrmethode der Chinesen oder das Seilbohren. Koblenz 1835.

*Justus Fuchs.* Das Nobel'sche Sprengpulver Dynamit in Californien. Hamburg 1868.

*M. F. Gaetzschmann.* Vollständige Anleitung zur Bergbaukunst. Erster Theil. Die Auf- und Untersuchung von Lagerstätten nutzbarer Mineralien. Freiberg 1856. Zweite Ausgabe. Leipzig 1866.

*M. F. Gaetzschmann.* Vollständige Anleitung zur Bergbaukunde. Dritter Theil. Die Lehre von den bergmännischen Gewinnungsarbeiten. Freiberg 1846.

*M. F. Gaetzschmann.* Anleitung zur Grubenmauerung. Schneeberg 1831.

*Dr. H. B. Geinitz, Dr. H. Fleck u. Dr. E. Hartig.* Die Steinkohlen Deutschlands und der angrenzenden Länder Europa's, ihre Natur, Lagerungsverhältnisse, Verbreitung, Geschichte, Statistik und technische Verwendung. München 1865.

*R. Gottgetreu.* Physikalische und chemische Beschaffenheit der Baumaterialien, deren Wahl, Verhalten und zweckmässige Verwendung. Berlin 1869.

*H. C. Greenwell.* A Practical Treatise on Mine Engineering. Newcastle-upon-Tyne 1855.

*J. Grimm.* Die Lagerstätten der nutzbaren Mineralien. Prag 1869.

*A. von Groddeck.* Ueber die Erzgänge des nordwestlichen Oberharzes. Berlin 1867.

*G. Hagen.* Handbuch der Wasserbaukunst. Königsberg 1841.

*Dr. C. Hartmann.* Die Fortschritte der Bergbaukunst seit den letzten zehn Jahren. Weimar 1852.

*Dr. C. Hartmann.* Jahresbericht über die Fortschritte der Bergbaukunst im Jahre 1859. Leipzig 1860.

*Julius Ritter von Hauer.* Die Ventilationsmaschinen der Bergwerke. Leipzig 1870.

*J. Ritter von Hauer.* Die Fördermaschinen der Bergwerke. Leipzig 1871.

*J. Fr. Ludw. Hausmann.* Reise durch Skandinavien in den Jahren 1806 und 1807. Göttingen 1811.

*G. Hoelder.* Fortschritte in der Construction der Pumpen. Weimar 1867.

*L. E. Hrdina.* Geschichte der Wieliczkaer Saline. Wien 1842.

*Ingenieurs Taschenbuch*, herausgegeben von dem Verein „Hütte". Berlin 1865.

*Dr. C. J. B. Karsten.* Grundriss der Metallurgie und der mettallurgischen Hüttenkunde. Breslau 1818.

*Dr. C. J. B. Karsten.* System der Metallurgie. Berlin 1831.

*Dr. C. J. B. Karsten.* Metallurgische Reise durch einen Theil von Baiern und durch die süddeutschen Provinzen Oesterreichs. Halle 1821.

*Dr. C. J. B. Karsten.* Lehrbuch der Salinenkunde. Berlin 1846.

*Bruno Kerl.* Der Communion-Unterharz. Freiberg 1853.

*C. G. Kind.* Anleitung zum Abteufen der Bohrlöcher. Luxemburg 1842.

*Mich. Kopf.* Beschreibung des Salzbergbaues zu Hall in Tyrol. (Besonders abgedruckt aus Karsten und von Dechen Archiv. Band XIV.) Berlin 1841.

*Dr. Kuborn.* Etudes sur les maladies particulières aux ouvriers mineurs, employés aux exploitations houillères en Belgique. Paris 1863.

*K. A. Kühn.* Handbuch der Geognosie. Freiberg 1833.

*Lauer.* Spreng- und Zündversuche mit Dynamit und Schiessbaumwolle. Wien 1872.

*Leo.* Lehrbuch der Bergbaukunde. Quedlinburg 1861.

*F. H. Lottner.* Geognostische Skizze des Westfälischen Steinkohlengebirges. Iserlohn 1859.

*G. Luckow.* Ueber Sprengpulver und Sprengpulversurrogate mit besonderer Berücksichtigung eines neuen, von der Firma Gebr. Krebs und Comp. zu Deutz bei Köln unter dem Namen „verbesserter Lithofracteur" in den Handel gebrachten Sprengmaterials. Deutz 1869.

Derselbe. Erster Nachtrag hierzu. Deutz 1870.

*Dr. W. Michaelis.* Die hydraulischen Mörtel, insbesondere der Portland-Cement in chemisch-technischer Beziehung, für Fabrikanten, Bautechniker, Ingenieure und Chemiker. Leipzig 1869.

*C. L. Moll* und *G. Reuleaux.* Constructionslehre für den Maschinenbau. Braunschweig 1854.

*C. H. Müller.* Geognostische Verhältnisse und Geschichte des Bergbaues der Gegend von Schmiedeberg u. s. w. Freiberg 1867.

*F. Neumann.* Hydraulische Motoren. Weimar 1868.

*G. A. Neumayer.* Schiess- und Sprengpulver. Leipzig bei C. W. L. Naumburg.

*Alfred Nobel.* Gebrauchsanweisung für Dynamit. Hamburg.

*F. Odernheimer.* Das Berg- und Hüttenwesen im Herzogthum Nassau. Wiesbaden 1865.

*Péclet.* Traité de la chaleur considerée dans ses applications. 3. edition. Paris 1860/61. Deutsch von *Dr. C. Hartmann.* Leipzig 1860.

*Philipp.* Report on the Ventilation of Mines and Collieries. 1850.

*A. T. Ponson.* Traité de l'Exploitation des Mines de Houille. Liège 1852.

*Redtenbacher.* Theorie und Bau der Turbinen und Ventilatoren. Mannheim 1854.

*Report* of the Commissioners appointed to inquire into the condition of all mines in Great Britain, to which the provisions of the act 23 a 24 Vict. cap. 151. do not apply. London 1864.

*Reports* on the Gases and Explosions in Collieries by de la Bèche, Playfair, Smyth.

*P. Rittinger.* Centrifugal-Ventilatoren und Centrifugalpumpen. Theorie und Bau aller Arten derselben. Wien 1858.

*Ferd. Rittler.* Anleitung, mächtige Kohlenflötze am wohlfeilsten, gefahrlosesten, zweckmässigsten und mit dem geringsten Kohlenverluste nach rein praktischen Grundsätzen abzubauen. Eine gekrönte Preisschrift. Brünn 1857.

*G. H. August Rost.* Deutsche Bergbohrer-Schule. Thorn 1843.

*Carl Sachs.* Ueber Gesteinbohrmaschinen im Allgemeinen, und speciell über deren Anwendung, mit comprimirter Luft getrieben, beim Streckenbetrieb auf der Galmeigrube Altenberg bei Aachen. Aachen 1865.

*Joh. Chr. Lebr. Schmidt.* Beiträge zu der Lehre von den Gängen. Siegen 1827.
*Joh. Chr. Lebr. Schmidt.* Theorie der Verschiedenheit älterer Gänge. Frankfurt a. M. 1810.
*Dr. Ernst Ludw. Schubarth.* Elemente der technischen Chemie. Erste Ausgabe. Berlin 1831. Vierte Ausgabe. Berlin 1851.
*Ed. Schultze.* Das neue chemische Schiesspulver und seine Vorzüge vor dem schwarzen Schiesspulver und dessen Surrogaten. Berlin 1865.
*Fr. Ritter von Schwind.* Der Abbau unreiner Salzlagerstätten in Oesterreich. Prag.
*Dr. Ferd. Senft.* Die Humus-, Marsch-, Torf- und Limonitbildungen, als Erzeugungsmittel neuer Erdrindelagen. Leipzig 1862.
*Sickel.* Die Grubenzimmerung. Freiberg 1872.
*Dr. F. M. Stapff.* Ueber Gesteinbohrmaschinen. Verlag des Verfassers. 1869.
*J. Trauzl.* Explosive Nitrilverbindungen, insbesondere Dynamit und Schiesswolle, deren Eigenschaften und Verwendung in der Sprengtechnik. Wien 1870.
*Héron de Villefosse.* De la richesse minérale. Paris 1820. Deutsch von *C. Hartmann.* Sondershausen 1822.
*Dr. Aug. Vogel.* Der Torf, seine Natur und Bedeutung. Braunschweig 1859.
*Dr. Aug. Vogel.* Praktische Anleitung zur Werthbestimmung von Torfgründen und Torfwerkanlagen. München 1861.
*Dr. Julius Weisbach.* Lehrbuch der Ingenieur- und Maschinenmechanik. Vierte Auflage. Braunschweig 1851 bis 1863.
*G. A. v. Weissenbach.* Abbildungen merkwürdiger Gangverhältnisse aus dem Sächsischen Erzgebirge. Leipzig 1836.
*Wöhler.* Grundriss der anorganischen Chemie. Berlin 1863.
*Dr. Chr. Zimmermann.* Das Harzgebirge in besonderer Beziehung auf Natur- und Gewerbskunde. Darmstadt 1834.

---

## II. Zeitschriften.

*American Journal of mining.* New York.
*Annalen der Physik und Chemie.* Herausgegeben zu Berlin von *J. C. Poggendorf.* Leipzig, Verlag von J. A. Barth.
*Annales des mines* ou Recueil de Mémoires sur l'Exploitation des Mines. Paris.
*Annales des travaux publics de Belgique.* Documents scientifiques industriels ou administratifs, concernant l'art des constructions, les voies de communication et l'industrie minérale. Bruxelles.
*Archiv für Bergbau und Hüttenwesen.* Herausgegeben von *Dr. C. J. B. Karsten.* Berlin 1818 bis 1831.
*Archiv für Mineralogie, Geognosie, Bergbau und Hüttenkunde.* Herausgegeben von *Dr. C. J. B. Karsten* von 1829 bis 1837, von *Dr. C. J. B. Karsten* und *Dr. von Dechen* von 1838 bis 1854. Berlin.
*Allgemeine Bauzeitung* mit Abbildungen. Redigirt und herausgegeben von *Heinrich* und *Emil* Ritter *von Förster,* Architekten. Expedition der allgemeinen Bauzeitung. Wien.
*Bergmännisches Taschenbuch* für alle Freunde der Bergwerks-Industrie im Besonderen derjenigen Oberschlesiens. Herausgegeben von *R. von Carnall* und *O. Krug von Nidda.* Gleiwitz 1844. 1845. 1846. 1847.

*Berg- und Hüttenmännisches Jahrbuch der k. k. Montanlehranstalt zu Leoben.* Redacteur: Director *Tunner.* Wien.

*Berg- und Hüttenmännisches Jahrbuch der k. k. Montanlehranstalten zu Leoben und Przibram.* Redacteur: *Peter Tunner.* Wien. (Fortsetzung des Vorhergehenden.)

*Berg- und Hüttenmännisches Jahrbuch der k. k. Bergakademien Schemnitz und Leoben und der k. k. Montanlehranstalt Przibram.* Redacteur: *G. Faller.* Wien. (Fortsetzung des Vorhergehenden.)

*Berg- und Hüttenmännische Zeitung* mit besonderer Berücksichtigung der Mineralogie und Geognosie. Redacteur: *C. Hartmann.* Freiberg 1842 bis 1858.

*Berg- und Hüttenmännische Zeitung.* Redaction: *K. R. Bornemann* und *Bruno Kerl.* Freiberg 1859 bis 1863.

*Berg- und Hüttenmännische Zeitung.* Redaction: *Bruno Kerl* und *Friedr. Wimmer.* Leipzig 1864 bis 1872.

*Allgemeine Berg- und Hüttenmännische Zeitung.* Mit besonderer Berücksichtigung der Mineralogie und Geognosie. Redacteur: *Dr. C. Hartmann.* Quedlinburg 1859 bis 1863.

*Der Berggeist.* Zeitung für Berg- und Hüttenwesen und Industrie. Köln.

*Der Bergwerksfreund,* ein Zeitblatt für Berg- und Hüttenleute, für Gewerken. Eisleben.

*Breslauer Gewerbeblatt.* Organ des Breslauer und schlesischen Centralgewerbevereins. Redacteur: *Dr. Fiedler.* Breslau.

*Bulletin de la société de l'industrie minérale.* Paris.

*Chemisches Centralblatt.* Redigirt von *Dr. R. Arendt.* Leipzig.

*Der Civilingenieur.* Leipzig.

*Deutsche Industriezeitung.*

*The Engineering and Mining Journal.* New York.

*Erfahrungen im Berg- und Hüttenmännischen Maschinen-, Bau- und Aufbereitungswesen.* Zusammengestellt aus den amtlichen Berichten der k. k. österreichischen Berg-, Hütten- und Salinen-Beamten von *P. Rittinger,* k. k. Sectionsrath. Wien.

*Glückauf.* Berg- und Hüttenmännische Zeitung für den Niederrhein und Westfalen. Zugleich Organ des Vereins für die bergbaulichen Interessen. Beilage zur Essener Zeitung. Essen.

*Jahrbuch für den Berg- und Hüttenmann.* Herausgegeben und verlegt von der *Königl. Bergakademie zu Freiberg.* Freiberg.

*Jahrbuch der Kais. Königl. Geologischen Reichsanstalt zu Wien.* Wien.

*Jahrbuch des Schlesischen Vereins für Berg- und Hüttenwesen.* Breslau 1859. 1860. 1861.

*Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie.* Herausgegeben von *K. C. von Leonhard* und *H. G. Bronn.* Stuttgart.

*Jahrbuch, neues, für Mineralogie, Geologie und Paläontologie.* Herausgegeben von *G. Leonhard* und *H. B. Geinitz.* Stuttgart.

*Jahresbericht über die Fortschritte der reinen pharmaceutischen und technischen Chemie von Justus Liebig* und *Herm. Kopp.*

*Journal des Mines* et des Eaux et Forêts. Organ spécial des Industries Minière, Houillère et Metallurgique en France et à l'Etrange. Paris.

*Journal of the Chemical Society.* London.

*Magazin für die Literatur des Auslandes.* Herausgegeben von *Jos. Lehmann.* Berlin.

*The Mechanics' Magazine* and Journal of Engineering, Agricultural Machinery, Manufactures and Shipbuilding. London.

*The Mining Journal.* Railway and Commercial Gazette. Forming a Complete History of the Commercial and Scientific Progress of Mines and Railways, and a Carefully Collated Synopsis, With Numerous Illustratious of All New Inventions and Improvements in Mechanics and Civil Engineering. London.

*Monatsberichte der Königl. Preuss. Akademie der Wissenschaften zu Berlin.* Berlin.

*Der Naturforscher.* Wochenblatt zur Verbreitung der Fortschritte in den Naturwissenschaften. Herausgegeben von *Dr. W. Sklarek.* Berlin.

*Oesterreichische Zeitschrift für Berg- und Hüttenwesen.* Redigirt von *O. Freiherrn von Hingenau,* seit dessen Tode (1872) von *Ad. Patera* und *Ferd. Stöhr.* Wien.

*Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens* in technischer Beziehung. Organ des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen. Herausgegeben von *Edm. Heusinger von Waldegg.* Wiesbaden.

*Polytechnisches Journal.* Herausgegeben von *Dingler.* Stuttgart und Augsburg.

*Polytechnisches Centralblatt.* Herausgegeben von *Dr. Schnedermann* und *Böttcher.* Leipzig.

*The Practical Mechanics' Journal.* London.

*Der praktische Maschinenconstructeur.* Zeitschrift für Maschinen- und Mühlenbauer, Ingenieure und Fabrikanten. Von *W. Uhland.* Leipzig.

*Révue universelle* des Mines, de la Métallurgie, des Travaux publics, des Sciences et des Arts appliqués à l'Industrie, publiée sous la Direction de *M. Ch. de Cuyper.* Paris et Liège.

*Technisches Wörterbuch* oder Handbuch der Gewerbskunde von *Karl Karmarsch* und *Dr. Fr. Heeren.* Prag.

*Verhandlungen des naturhistorischen Vereins der preuss. Rheinlande und Westfalens.* Bonn.

*Zeitschrift für Bauwesen.* Redigirt von *H. Erbkam.* Berlin.

*Zeitschrift für das Berg-, Hütten- und Salinenwesen in dem preuss. Staate.* Herausgegeben im Ministerium für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten. Berlin.

*Zeitschrift für Bergrecht.* Redigirt und herausgegeben von *Dr. H. Brassert* und *Dr. H. Achenbach.* Bonn.

*Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft.* Berlin.

*Zeitschrift des Architekten- und Ingenieur Vereins zu Hannover.* Hannover.

*Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure.* Redigirt von *R. Ziebarth.* Berlin.

*Zeitschrift für Gewerbe, Handel und Volkswirthschaft* mit besonderer Berücksichtigung des Bergbaus und Hüttenwesens. Organ des oberschlesischen berg- und hüttenmännischen Vereins. Redacteur: *Dr. Ad. Frantz* in Beuthen O. S.

---

Druck von B. G. Teubner in Leipzig.






89089808448
B89089808448A